СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 4, 2021

ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала top-technologies.ru/ru
Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index
Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПА037

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор, Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., профессор, Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., профессор, Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., профессор, Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., профессор, Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., профессор, Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., профессор, Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А.(Челябинск); д.г.-м.н., профессор, Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., профессор, Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., профессор, Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., профессор, Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., профессор, Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., профессор, Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., профессор, Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., профессор, Долгова В.И., (Челябинск); д.э.н., профессор, Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., профессор, Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., профессор, Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., профессор, Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.п.н., профессор, Жеребило Т.В. (Грозный); д.т.н., профессор, Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загревский О.И. (Томск); д.т.н., профессор, Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., профессор, Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., профессор, Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., профессор, Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., профессор, Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., профессор, Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., профессор, Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., профессор, Козлов О.А. (Москва); д.т.н., профессор, Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., профессор, Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., профессор, Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., профессор, Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., профессор, Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., профессор, Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., профессор, Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., профессор, Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., профессор, Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., профессор, Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., профессор, Матис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., профессор, Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., профессор, Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., профессор, Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., профессор, Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., профессор, Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., профессор, Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., профессор, Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., профессор, Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., профессор, Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., профессор, Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., профессор, Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., профессор, Пузряков А.Ф. (Москва); д.п.н., профессор, Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., профессор, Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., профессор, Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., профессор, Рогов В.А. (Москва); д.т.н., профессор, Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., профессор, Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., профессор, Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., профессор, Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., профессор, Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., профессор, Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., профессор, Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., профессор, Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., профессор, Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., профессор, Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Хода Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., профессор, Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., профессор, Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., профессор, Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., профессор, Шарафеев И.Щ. (Казань); д.т.н., профессор, Шишков В.А. (Самара); д.т.н., профессор, Щипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., профессор, Яблокова М.А. (Санкт-Петербург)

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна
тел. +7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать – 30.04.2021
Дата выхода номера – 31.05.2021

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 31,88
Тираж 1000 экз.
Заказ СНТ 2021/4
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.02, 05.02.04, 05.02.07, 05.02.09, 05.02.10, 05.02.11, 05.02.13, 05.02.18, 05.02.22, 05.13.06, 05.13.10, 05.13.11, 05.13.17, 05.13.18)

СТАТЬИ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Боровлев А.О., Высоцкая И.А., Скрыпников А.В., Тихомиров П.В., Никитин В.В., Мацнев М.В., Болтнев Д.Е. 9

МОДЕЛЬ ПРИВОДА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ С КОМПЕНСАЦИЕЙ НЕИЗМЕРЯЕМЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Веселов О.В., Баталов А.В. 14

ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС И ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Воронов В.К., Дударева О.В., Геращенко Л.А. 20

УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ СМЕШАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В ЗАДАЧАХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Воскобойников Ю.Е., Боева В.А. 25

СОЗДАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БЕЗ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ

Гудимова Л.Н., Дворников Л.Т., Макаров А.В., Живаго Э.Я. 30

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Железнов Э.Г., Комиссаров П.В., Цымай Ю.В. 37

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-СТРОЧНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТЕРЖНЕВЫМ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТОМ

Зайцев А.Н., Житников В.П. 42

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРНОЙ СТРУКТУРЫ СЕКТОРА МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Солнцев О.В. 51

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кирякова О.В., Потехина А.А., Киряков В.С. 58

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Кунцев В.Е., Кожевникова П.В., Дорогобед А.Н. 64

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН РЕЖУЩЕГО РЕЛЬЕФА ОТРЕЗНОГО КРУГА

Куценко В.Н. 70

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ГАЗА

Митин К.В., Дорогавцев И.В. 75

ВИДЕОИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СБОРКИ КАТОДНОГО УЗЛА РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ

Митрофанов С.С., Миннигазимов Р.И., Поваров К.С., Иванов А.Н., Терентьев Н.Ю. 81

ИЗУЧЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЖЕСТКОСТИ В МОДЕЛЯХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ МЕТОДОМ СПЕКЛ-ФОТОГРАФИИ

Сердобинцев Ю.П., Кухтик М.П. 87

РАСПОЗНАВАНИЕ АВТОРСКОГО СТИЛЯ ПУБЛИКАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Терехов В.И., Лободенко Е.И. 94

КОНТРОЛЬ ПОДСИСТЕМ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА
НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
Фраленко В.П., Шишкин О.Г. *100*

ОБЗОР НАУЧНО-ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СТАНКОВ
С ЧПУ НА ОСНОВЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ
Шулаев И.Д., Поляков А.Н., Крылова С.Е. *105*

ОБЗОРЫ

ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ФЕНОТИПИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ
Бережной В.А., Иващук О.А., Семенов Д.С. *111*

Педагогические науки (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)

СТАТЬИ

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА ПРИ ПАНДЕМИИ
Авдеева А.П., Журавлев А.К., Нечушкин Ю.В., Сафонова Ю.А., Цыганенко О.С. *117*

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ
Агеев В.А., Наумкин Н.И., Кильмяшкин Е.А. *124*

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КАЧЕСТВ
СОЦИАЛЬНОГО ЛИДЕРА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Болпонова А.Б. *130*

МОТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАВЫКОВ
И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ НЕПРОФИЛЬНЫХ ВУЗОВ
В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ (НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СОПРЯЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ)
Гнездилов М.А. *136*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
КУРСАНТОВ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РФ В ПРОЦЕССЕ
СТАНОВЛЕНИЯ НРАВСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ
Дмитриев Д.В. *142*

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ
СИЛОВОЙ ТРЕНИРОВКИ СТУДЕНТОВ
Жуков Р.С., Гальцов А.О., Седнев А.В., Сметанин А.Г., Борисов П.С. *147*

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ИНТЕРЕСА К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ
У БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ
Казанцева Е.Ю. *152*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ
Козлов С.В., Быков А.А. *157*

ВОЗМОЖНОСТИ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТОВ
НА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ В ВОЕННОМ ВУЗЕ
Котельников А.Ю., Андруник А.П. *163*

ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИОННОГО ПЛАВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ,
ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В ЗДОРОВЬЕ
Куземко Ю.В., Пурахина О.В., Трушечкина Е.В. *168*

РЕФЛЕКСИВНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА
Куцеева Е.Л. *173*

ОСОБЕННОСТИ СОПРОВОЖДЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ
И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ
Мажаров В.Н., Ходжаян А.Б., Маяцкая Н.К., Горбунова В.В. *179*

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МЫСЛЬ ПРОСВЕТИТЕЛЯ НАЧАЛА XX В. Г. ГУБАЙДУЛЛИНА
О НАУЧНОМ ИССЛЕДОВАНИИ, ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ
Маликов Р.Ш., Мухаметшин А.Г., Мифтахов А.Ф. *184*

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ
Мещанова Л.Н., Козинская О.Ю. *189*

БУДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ-ПРОФЕССИОНАЛ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ПОВЕДЕНИЯ В КОНФЛИКТЕ И ЭТНОТОЛЕРАНТНОСТИ
Моторная С.Е. *194*

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
Надеждин Е.Н. *199*

ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС ДИСЦИПЛИНЫ КАК СРЕДСТВО ДИДАКТИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ
Одинцова Л.А., Бронникова Л.М., Михайлова О.Ю. *207*

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДОВ
К ФОРМИРОВАНИЮ ГОТОВНОСТИ БАКАЛАВРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
И СПОРТА К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Печерина О.В. *213*

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЦВЕТО-ТОНОВЫМ ОТНОШЕНИЯМ НА УРОКАХ
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В 5–6 КЛАССАХ
Полынская И.Н., Швец П.М. *218*

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ АВИАЦИОННЫХ
СПЕЦИАЛИСТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА
Сережкина А.А. *225*

ИСТОРИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕОРИИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – ПЕРВОЙ ТРЕТИ XX ВВ.
Сираев Р.Р. *230*

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ
КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ШКОЛ
Тамме Е.В., Сажина Н.М., Хентонен А.Г. *235*

ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ (ЛРС) В УПРАЖНЕНИИ
ГИРЕВОГО СПОРТА «РЫВОК»
Тихонов В.Ф. *241*

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Ханова Т.Г., Белинова Н.В., Еракова Т.Н., Гичева Н.В. *246*

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОМПОНЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Шорина Т.В. *251*

CONTENTS

Technical sciences 05.02.02, 05.02.04, 05.02.07, 05.02.09, 05.02.10, 05.02.11, 05.02.13, 05.02.18, 05.02.22, 05.13.06, 05.13.10, 05.13.11, 05.13.17, 05.13.18)

ARTICLES

IMPROVING THE EFFICIENCY OF FORESTRY ROADS
Borovlev A.O., Vysotskaya I.A., Skrypnikov A.V., Tikhomirov P.V., Nikitin V.V., Matsnev M.V., Boltnev D.E. 9

VARIABLE STRUCTURE DRIVE MODEL WITH IMMEASURABLE PERTURBATION COMPENSATION
Veselov O.V., Batalov A.V. 14

NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE AND THE PROBLEM OF CREATING A QUANTUM COMPUTER
Voronov V.K., Dudareva O.V., Geraschenko L.A. 20

STABLE ALGORITHM OF MIXED DERIVATIVES CALCULATION FOR NON-PARAMETRIC IDENTIFICATION PROBLEMS IN NONLINEAR SYSTEMS
Voskoboynikov Yu.E., Boeva V.A. 25

CREATION OF THE STRUCTURAL DIAGRAM OF A NEW GENERATION JAW CRUSHER WITHOUT EXCESSIVE CONNECTIONS
Gudimova L.N., Dvornikov L.T., Makarov A.V., Zhivago E.Ya. 30

RESEARCH OF ERGATIC CONTROL SYSTEMS
Zheleznov E.G., Komissarov P.V., Tsymai Yu.V. 37

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF SEQUENTIAL STRING ELECTROCHEMICAL MACHINING WITH ROD-TYPE TOOL ELECTRODES
Zaytsev A.N., Zhitnikov V.P. 42

TECHNOLOGY OF FORMING THE CLUSTER STRUCTURE OF THE SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS SECTOR BASED ON THE PRINCIPAL COMPONENTS METHOD
Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Solntsev O.V. 51

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND REFERENCE PLATFORM OF THE PRODUCTION PROCESS OF CATALYTIC SYSTEMS
Kiryakova O.V., Potekhina A.A., Kiryakov V.S. 58

MATHEMATICAL MODEL OF HYDRODYNAMIC TOMOGRAPHY
Kuntsev V.E., Kozhevnikova P.V., Dorogobed A.N. 64

NEW METHOD FOR DETERMINING THE QUANTITY AND DISTRIBUTION OF ACTIVE DIAMOND GRAINS OF THE CUTTING RELIEF OF THE CUTTING CIRCLE
Kutsenko V.N. 70

MODELING OF PARTICLE CHARGED FLOW IN GAS CLEANING PROCESSES
Mitin K.V., Dorogavtsev I.V. 75

VIDEO MEASURING DEVICE FOR MONITORING THE ASSEMBLY OF THE CATHODE UNIT OF THE X-RAY TUBE
Mitrofanov S.S., Minnigazimov R.I., Povarov K.S., Ivanov A.N., Terentev N.Yu. 81

A STUDY OF CONTACT STIFFNESS IN MODELS OF MACHINE TOOL SLIDEWAYS BY METHOD OF SPECKLE PHOTOGRAPH
Serdobintsev Yu.P., Kukhtik M.P. 87

RECOGNITION OF AUTHOR'S PUBLISHING STYLE USING A NEURAL NETWORK
Terekhov V.I., Lobodenko E.I. 94

CONTROL OF SUBSYSTEMS OF A SMALL SPACE VEHICLE BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
Fralencko V.P., Shishkin O.G. 100

OVERVIEW OF SCIENTIFIC DESIGN SOLUTIONS FOR PRODUCING CNC MACHINE TOOLS BASED ON MECHATRONIC MODULES
Shulaev I.D., Polyakov A.N., Krylova S.E. 105

REVIEWS

REVIEW OF METHODS AND ALGORITHMS OF AUTOMATED PLANT PHENOTYPING SYSTEMS
Berezhnoy V.A., Ivaschuk O.A., Semenov D.S. 111

Pedagogical sciences (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)

ARTICLES

PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF UNIVERSITY TEACHERS IN PANDEMIC
Avdeeva A.P., Zhuravlev A.K., Nechushkin Yu.V., Safonova Yu.A., Tsyganenko O.S. 117

POSSIBLE APPROACH TO IMPLEMENTING PROJECT-BASED LEARNING
Ageev V.A., Naumkin N.I., Kilmiashkin E.A. 124

THE COMPETENCE APPROACH TO FORMING THE QUALITY OF A SOCIAL LEADER IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM
Bolponova A.B. 130

MOTIVATION AS A FACTOR OF IMPROVING TECHNICAL SKILLS AND FUNCTIONAL ABILITIES OF NON-PROFILE UNIVERSITY STUDENTS IN SKI RACING (BASED ON THE STUDY OF NEW TECHNIQUES USING THE CONJUGATE METHOD)
Gnezdilov M.A. 136

MODELING OF PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE ACTIVITIES OF TRAINS OF THE NATIONAL GUARD OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE PROCESS OF FORMATION OF MORAL CONSCIOUSNESS
Dmitriev D.V. 142

INDIVIDUALIZATION OF STUDENTS HEALTHY STRENGTH TRAINING METHODS
Zhukov R.S., Galtsov A.O., Sednev A.V., Smetanin A.G., Borisov P.S. 147

DEVELOPMENT OF COGNITIVE ACTIVITY AND INTEREST IN STUDYING CHEMISTRY IN FUTURE ENGINEERS
Kazantseva E.Yu. 152

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING METHODS FOR DIAGNOSING KNOWLEDGE OF SCHOOLCHILDREN
Kozlov S.V., Bykov A.A. 157

OPPORTUNITIES FOR PATRIOTIC EDUCATION OF CADETS IN TRAINING SESSIONS AT A MILITARY UNIVERSITY
Kotelnikov A.Yu., Andrunik A.P. 163

A REMEDIAL SWIMMING TECHNOLOGY FOR UNIVERSITY STUDENTS WITH HEALTH PROBLEMS
Kuzemko Yu.V., Purakhina O.V., Trushechkina E.V. 168

REFLEXIVE SUPPORT OF GAME TECHNOLOGIES IN THE PEDAGOGICAL PROCESS OF THE UNIVERSITY
Kutseeva E.L. 173

SPECIAL FEATURES OF SUPPORTING STUDENTS WITH DISABILITIES IN A MEDICAL UNIVERSITY
Mazharov V.N., Khodzhayan A.B., Mayatskaya N.K., Gorbunova V.V. *179*

PEDAGOGICAL THOUGHT OF THE EDUCATOR OF THE EARLY TWENTIETH CENTURY G. GUBAIDULLIN ON SCIENTIFIC RESEARCH, THE PROCESS OF EDUCATION AND UPBRINGING
Malikov R.Sh., Mukhametshin A.G., Miftakhov A.F. *184*

FORMATION OF STUDENTS' CIVIC IDENTITY
Meschanova L.N., Kozinskaya O.Yu. *189*

FUTURE SPECIALIST-PROFESSIONAL UNDER PANDEMIC CONDITIONS: RESEARCH OF THE CHOICE OF A CONFLICT BEHAVIOR STRATEGY AND ETHNOTOLERANCE
Motornaya S.E. *194*

INTEGRATIVE APPROACH IN THE INTERDISCIPLINARY DESIGN OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES
Nadezhdin E.N. *199*

ELECTRONIC COURSE OF THE DISCIPLINE AS A MEANS OF DIDACTIC SUPPORT OF THE INDEPENDENT MATHEMATICAL ACTIVITY OF FUTURE TEACHERS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING
Odintsova L.A., Bronnikova L.M., Mikhailova O.Yu. *207*

IMPLEMENTATION OF INDIVIDUAL AND DIFFERENTIATED APPROACHES TO THE FORMATION OF BACHELORS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES READINESS
Pecherina O.V. *213*

METHODS OF TEACHING COLOR-TONE RELATIONS IN FINE ARTS IN CLASSES 5–6
Polynskaya I.N., Shvets P.M. *218*

PRINCIPLES OF FORMATION OF ENGLISH-LANGUAGE COMPETENCE AVIATION SPECIALISTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY
Serezhkina A.A. *225*

HISTORICAL AND EDUCATIONAL PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF THE THEORY OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE SECOND HALF OF THE 19TH – FIRST THIRD OF THE 20TH CENTURIES
Siraev R.R. *230*

ANALYSIS OF THE RUSSIAN EDUCATIONAL SYSTEM ON THE FORMATION OF CRITICAL THINKING OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS
Tamme E.V., Sazhina N.M., Khentonen A.G. *235*

LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLING (LRC) IN THE KETTLEBELL SPORT EXERCISE «SNATCH»
Tikhonov V.F. *241*

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR DESIGNING AND IMPLEMENTATION OF ECONOMIC EDUCATION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE
Khanova T.G., Belinova N.V., Erakova T.N., Gicheva N.V. *246*

INTERRELATION OF COMPONENTS OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY OF VISUALIZATION OF EDUCATIONAL INFORMATION IN HIGHER EDUCATION
Shorina T.V. *251*

СТАТЬИ

УДК 625.7/.8:69.003

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

[1]Боровлев А.О., [1]Высоцкая И.А., [1]Скрыпников А.В., [2]Тихомиров П.В., [3]Никитин В.В., [1]Мацнев М.В., [1]Болтнев Д.Е.

[1]Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, e-mail: borovlevAOl@mail.ru, i.a.trishina@gmail.com, skrypnikovvsafe@mail.ru;

[2]Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, e-mail: vtichomirov@mail.ru;

[3]Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Мытищи, e-mail: nikitinvv@bmstu.ru

В работе рассматриваются и анализируются параметры проектирования лесовозных автомобильных дорог. Несмотря на некоторое снижение в последние годы показателей аварийности на дорогах, проблема безопасности дорожного проектирования имеет приоритетную значимость. Ежегодные экономические потери вследствие дорожно-транспортных происшествий наносят огромный ущерб предприятиям и отраслям экономики. Неудачные участки, которые позже приведут к денежным убыткам компании грузоперевозок, обнаруживаются только на построенной дороге, когда их исправление уже невозможно. Поэтому повышение эффективности дорожно-строительного производства связано с усовершенствованием методик расчетов проектирования и строительства лесовозных автомобильных дорог. Увеличение транспортно-эксплуатационных затрат по мере роста интенсивности движения на лесовозных автомобильных дорогах является аддитивным процессом, поэтому важным параметром при проектировании выступает скорость движения автомобилей, по которой можно оценивать степень влияния параметров лесовозной автомобильной дороги на экономические показатели её работы. Скорость движения зависит от плавности проектируемой дороги. Как следствие, основными характеристиками элементов трассы являются различные теоретические параметры, которые обусловливают предел безопасной скорости движения лесовозного автотранспорта. Плавное изменение направления дороги в перспективе (и в плане) обеспечивает постепенность режима движения и, следовательно, повышает эффективность лесовозной автомобильной дороги.

Ключевые слова: проектирование дорог, план трассы, профиль трассы, экономические потери, лесовозные автомобильные дороги

IMPROVING THE EFFICIENCY OF FORESTRY ROADS

[1]Borovlev A.O., [1]Vysotskaya I.A., [1]Skrypnikov A.V., [2]Tikhomirov P.V., [3]Nikitin V.V., [1]Matsnev M.V., [1]Boltnev D.E.

[1]Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: borovlevAOl@mail.ru, i.a.trishina@gmail.com, skrypnikovvsafe@mail.ru;

[2]Bryansk State Engineering and Technological University, Bryansk, e-mail: vtichomirov@mail.ru;

[3]Mytischi branch of the Moscow State Technical University N.E. Bauman, Mytischi, e-mail: nikitinvv@bmstu.ru

The paper discusses and analyzes the design parameters of timber transport roads. Despite a slight decrease in the accident rate on the roads in recent years, the problem of road design safety is of priority importance. The annual economic losses due to road traffic accidents wreak havoc on businesses and industries. Unsuccessful sections, which later lead to financial losses for the trucking company, are only discovered on the constructed road, when it is no longer possible to fix them. Therefore, an increase in the efficiency of road construction production is associated with the improvement of calculation methods for the design and construction of timber highways. The increase in transport and operating costs as the traffic intensity on timber highways increases is an additive process, therefore, an important parameter in the design is the speed of vehicles, which can be used to assess the degree of influence of the parameters of the timber road on the economic performance of its operation. The driving speed depends on the smoothness of the projected road. As a consequence, the main characteristics of the elements of the route are various theoretical parameters that determine the limit of the safe movement speed of timber vehicles. A smooth change in the direction of the road in the future (and in plan) provides a gradual movement mode and, therefore, increases the efficiency of the timber road.

Keywords: road design, route plan, route profile, economic losses, timber transport roads

Рост экономики страны невозможен без развития инфраструктуры, одной из составляющей которой является сеть автомобильных дорог в целом и лесовозных дорог в частности. Строительство сети лесовозных дорог обеспечивает доступ к лесным ресурсам и является одной из наиболее затратных статей расходов для лесозаготовительных предприятий. Дороги относятся к разряду капиталоемких линейно протяжённых инженерных объектов, проектирование которых представляет во времени и пространстве сложный и многофункциональный процесс. Основой формообразования будущей дороги является ее трасса, а очертания этой трассы во многом определяют технические и транспортно-эксплуатационные качества будущей дороги. Необходимо учитывать денежные и материальные затраты, а также полученный экономический и ланд-

шафтно-архитектурный эффект, удовлетворяющий непрерывно возрастающему культурному уровню населения.

В проектах лесовозных автомобильных дорог в качестве элементов плана трассы встречаются прямые линии, переходные кривые, описываемые в последние годы чаще всего по клотоиде, и круговые кривые. Кривые линии могут быть также подразделены при анализе перспективных изображений по направлению их изогнутости на левые и правые, а переходные кривые, по их отношению к направлению движения лесовозного подвижного состава, на входные и выходные. Продольный профиль, как правило, проектируют, используя горизонтальные и наклонные прямые, вогнутые и выпуклые параболы (или круговые кривые). Обычно применяемые элементы плана и профиля трассы могут образовать 28 взаимных сочетаний (комбинаций) [1]. Таким образом, путем сочетания элементов плана и профиля получаются элементы трассы в пространстве.

Возможность повышения качества проектных решений лесовозных автомобильных дорог связана с учетом зрительного восприятия трассы. Вид дороги в перспективе должен ориентировать водителя, быть зрительно ясным, обеспечивать постоянство режима движения транспортного потока.

Существует ряд методов проверки зрительной плавности и ясности проектируемых лесовозных автомобильных дорог. Наиболее широко ясность и плавность дороги оценивают по ее наглядным изображениям, т.е. по перспективам и моделям. Однако оценка перспектив и моделей во многом зависит от квалификации проектировщика и поэтому зачастую субъективна. Кроме того, отсутствуют общепризнанные и теоретически обоснованные рекомендации по выбору точки зрения для анализа плавности дороги по перспективным изображениям. Целью работы является анализ современных проектных решений лесовозных автомобильных дорог и их рассмотрение с точки зрения возможных экономических потерь.

Выбор методов исследования условий зрительной плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог

В случае неудачного выбора точек зрения или при недостаточном их количестве предварительная оценка проектирования оказывается малоэффективной. Неудачные участки, которые позже приведут к денежным убыткам компании грузоперевозок, обнаруживаются только на построенной дороге, когда их исправление уже невозможно. До последнего времени построение перспективных изображений являлось весьма трудоемким процессом, чем объясняется недостаточность проверок плавности и ясности в практике работы проектных организаций.

Опыт показал, что проверку плавности лесовозных автомобильных дорог по ее гибким универсальным моделям в настоящее время можно признать наиболее всесторонней. Принимая точки зрения на каждом пикете, а при необходимости и чаще, можно обнаружить неплавные или неясные участки лесовозной автомобильной дороги. С повышенных точек трассы можно также проверить ее гармоничность в целом в пределах участков, открытых для обозрения.

Метод моделирования позволяет просто и быстро определить нужные для повышения степени плавности и ясности исправления плана и профиля и является особо удобным при проектировании вариантов. Точность построения моделей пока еще отстает от перспективных изображений. Поэтому для характерных точек зрения, установленных по модели, приходится строить перспективные изображения для тех участков, где нужна более точная оценка плавности и ясности.

Аналитический метод контроля плавности и ясности будет обеспечивать возможность применения креативных критериев оценки и позволит использовать возможности автоматизированного проектирования для определения характеристик.

Наиболее распространенные элементы трассы изображены на рис. 1. Поскольку скорость движения в основном определяется кривыми плана и продольными уклонами, а нормы закруглений профиля определяются из условий обеспечения опасности движения, то названия элементов трассы целесообразно определять, принимая за основу элементы плана: прямую, переходную и круговую кривую. Названия основных элементов трассы согласно рис. 1 представлены на рис. 2.

Составленная из ряда пространственных или плоских линий трасса может быть описана в целом лишь неэлементарной функцией, которая определена несколькими аналитическими выражениями для различных интервалов изменения аргумента.

Основными характеристиками элементов трассы являются их теоретические параметры, протяженность, уклоны, а также формирование в перспективе. Эти параметры обусловливают предел безопасной скорости движения лесовозного автопоезда. Этот предел водители улавливают интуи-

тивно, нередко при этом ошибаясь. Завися от внешних природных условий (дождь, гололед и др.), предел безопасности скорости существенно меняется в течение года. Считается, что полностью безопасный режим движения можно осуществить только при автоматическом управлении автомобилем, когда исключается возможность ошибок водителя [2–4].

В системе «дорога – автомобиль – водитель» элементы трассы оказывают на скорость движения косвенное влияние через восприятие водителем их сочетаний, который оценивает крутизну поворотов и уклонов зрительно и по ощущению ускорений вестибулярным аппаратом. При этом водитель управляет автомобилем на режиме, который ему кажется безопасным и удобным, как правило, отклоняясь от предельно возможного безопасного режима. Наблюдения показывают, что ошибки в оценке скорости иногда достигают 30–50 % [5].

Отклонения от предельно безопасного режима движения в сторону уменьшения скорости ведут к повышению себестоимости перевозок, т.е. к экономическим потерям. А превышение же скорости является причиной дорожно-транспортных происшествий, и создается угроза критических ситуаций.

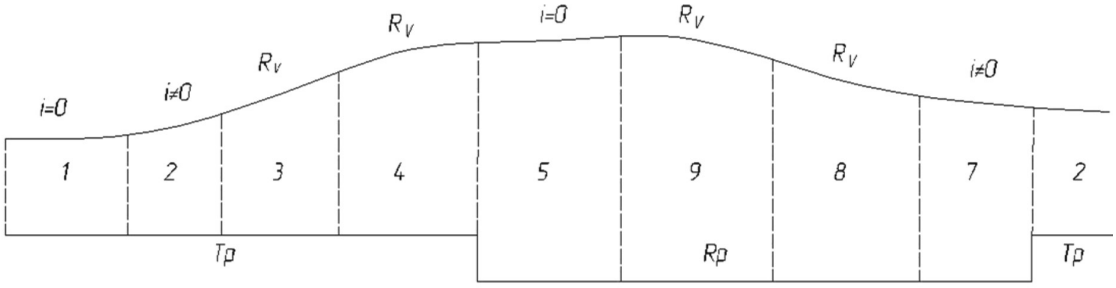


Рис. 1. Схема разбивки трассы на элементы: R_p, R_v – радиусы кривых в плане и продольном профиле; T_p – прямая в плане; i – продольный уклон; 1–9 – элементы трассы

№ п/п	План и продольный профиль	Группы элементов	Элементы трассы
1.		Прямые	Горизонтальная прямая
2.			Наклонная прямая
3.		Плоские кривые	("Вогнутая кривая") Плоская вогнутая кривая
4.			("Выпуклая прямая") Плоская выпуклая кривая
5.			Горизонтальная кривая
6.		Пространственные кривые	Кривая постоянного уклона (винтовая)
7.			"Вогнутая кривая" (пространственная вогнутая кривая)
8.			"Выпуклая кривая" (пространственная выпуклая кривая)

Рис. 2. Основные элементы трассы

Результаты исследования и их обсуждение

Водитель автомобиля при движении смотрит на дорожное полотно под малым углом зрения. Воспринимаемая его глазами картина является центральной проекцией (перспективой) дороги. Примерно 80% информации, нужной для управления автомобилем, водитель воспринимает при помощи зрения. Поэтому вид дороги в перспективе является основным источником информации, исходя из которой водитель должен безошибочно воспринимать направление дороги в плане, а также выбирать безопасную скорость. Поэтому перспектива лесовозной автомобильной дороги в первую очередь должна быть верно ориентирующей, или, как принято называть, зрительно ясной.

На рис. 3 и 4 приведены перспективные изображения некоторых типичных участков трассы, часто встречающихся на дорогах. Короткая вертикальная кривая в пределах кривой в плане создает в перспективе зрительное впечатление «просадки» проезжей части (рис. 3). При скорости движения 80 км/ч взгляд водителя сосредотачивается на расстоянии 500 м впереди автомобиля. Если на пути расположен зрительно крутой поворот, вполне вероятно и снижение скорости, несмотря на то, что элементы плана и профиля обеспечивают возможность проезда без такого снижения.

Если кривая в плане значительно короче вертикальной кривой (рис. 4), дорога в перспективе получает неспокойный, негармоничный вид. Проезд такого участка связан с повышенной эмоциональной напряженностью водителя.

Нередко пологие в плане воспринимаются издалека как резкие повороты или изломы дороги, что также заставляет водителей снизить скорость [6]. Результаты исследований [7] показали, что снижение скорости на подходах к кривым достигает 10–15% по сравнению со скоростью на прямом участке.

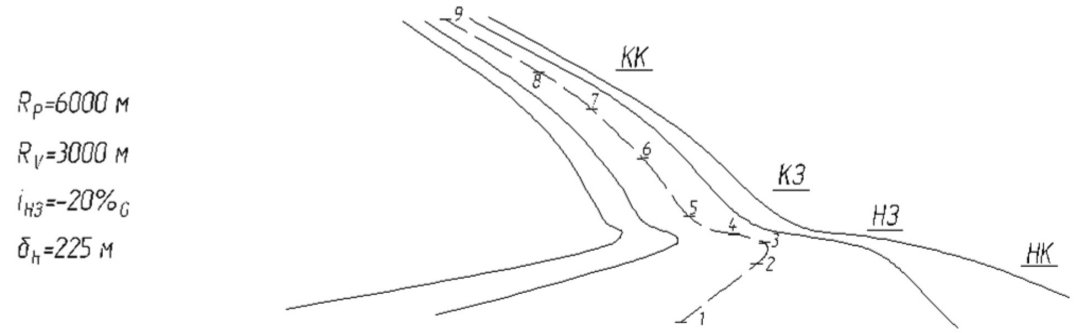


Рис. 3. Кривая в плане, перекрывающая вертикальное закругление: НК, КК – начало и конец кривой в плане; НЗ, КЗ – начало и конец вертикальной кривой; $б_н$ – смещение точек НК и НЗ; R_p, R_v – радиусы кривых в плане и продольном профиле; $i_{НЗ}$ – продольный уклон

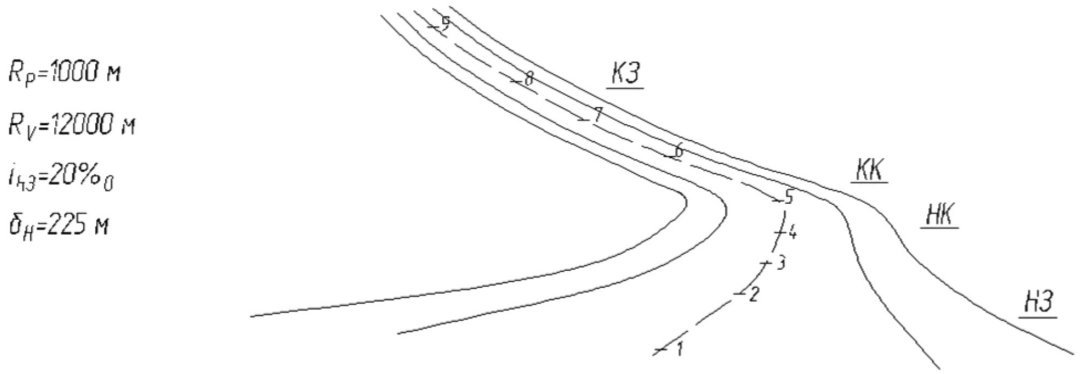


Рис. 4. Короткая кривая в плане, размещенная в пределах вертикальной кривой: НК, КК – начало и конец кривой в плане; НЗ, КЗ – начало и конец вертикальной кривой; $б_н$ – смещение точек НК и НЗ; R_p, R_v – радиусы кривых в плане и продольном профиле; $i_{НЗ}$ – продольный уклон

Установлено, что чем меньше радиус кривой, тем значительнее эмоциональная напряженность водителя [7]. В равнинной местности наиболее заметное влияние на скорость движения оказывают кривые, радиусом менее 400 м, а повышенная эмоциональная напряженность водителей наблюдается на подъездах к кривым, радиус которых меньше 800 м.

Места резкого снижения скорости являются потенциальными местами дорожно-транспортных происшествий [8–10]. Поэтому дорога должна плавно изменять свое направление в перспективе для обеспечения динамической постепенности режима движения и, следовательно, повышения ее эффективности. Наличие структурированных данных о том, какие сочетания параметров плана и профиля наилучшим образом обеспечивают зрительную плавность и ясность поворотов трассы лесовозной автомобильной дороги, улучшает бедующие проектные решения.

Выводы

Развитие лесовозных дорог и их расположение относительно лесных ресурсов является одним из важных экономических факторов, способствующих расширению предприятий лесного хозяйства.

Признано, что зрительная плавная и явная дорога обеспечивает постоянный или плавно переменный режим движения, уменьшает напряженность и утомляемость водителя, снижает транспортные затраты в результате выбора наиболее оптимального режима движения. Поэтому задача повышения качества проектных решений, а как следствие, повышение эффективности лесовозных автомобильных дорог остается весьма актуальной.

Основными причинами часто получавшихся неудачных сочетаний кривых плана и продольного профиля являются недостаточная изученность зрительной ясности и особенно плавности, недостаточный опыт практического использования в проектных организациях известных принципов пространственного проектирования лесовозных автомобильных дорог и трудоемкость применяемых методов контроля зрительной плавности и ясности. Предлагается:

– более подробное изучение условий зрительной ясности и плавности и формулирование рекомендаций по проектированию поворотов дороги;

– разработка более простых методов контроля плавности и ясности, требующих значительно меньших затрат времени, чем при построении перспективных изображений.

Таким образом, рекомендуется, чтобы сочетания смежных элементов трассы обеспечивали возможность движения автомобилей с постоянной или плавно изменяющейся скоростью. Для этого при проектировании некоторых автомобильных магистралей должно соблюдаться условие, согласно которому изменение скорости на соседних элементах трассы не должно было превышать 8–13 км/ч.

Качество проектных решений в первую очередь влияет на рациональное положение трассы и на многие годы определяет ее экономическую эффективность и транспортно-эксплуатационные характеристики (скорость, уровень безопасности, пропускную способность и пр.).

Список литературы

1. Вырко Н.П. Строительство и эксплуатация лесовозных дорог: учебник. Минск: БГТУ, 2005. 446 с.

2. Бурмистров Д.В. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие // Лесной вестн. Forestry Bulletin. 2018. Т. 22. № 5. С. 69–76.

3. Kozlov V.G., Skrypnikov A.V., Sushkov S.I., Kruchinin I.N., Grigorev I.V., Nikiforov A.A., Pilnik Y.N., Teppoev A.V., Lavrov M., Timokhova O.M. Enhancing quality of road pavements through adhesion improvement. Journal of the Balkan Tribological Association. 2019. V. 25. № 3. P. 678–694.

4. Skrypnikov A.V., Dorokhin S., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12. № 2. P. 511–515.

5. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М.: Машиностроение, 1971. 416 с.

6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов. М.: Транспорт, 1993. 271 с.

7. Морозов П.И. Проектирование и планирование обустройства лесовозных автомобильных дорог // Лесотехнический журнал. 2011. № 2. С. 36–41.

8. Козлов В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. 2017. № 3. С. 35–39.

9. Kozlov V.G., Skrypnikov A.V., Samcov V.V., Levushkin D.M., Nikitin A.A., Zaykin A.N. Mathematical models to determine the influence of road parameters and conditions on vehicular speed. Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference «Information Technologies in Business and Industry». 2019. P. 32–41.

10. Быстрянцев Е.В. Исследование технологии экспертной оценки качества информационного обеспечения автомобильного транспорта // Автоматизация. Современные технологии. 2017. Т. 71. № 9. С. 429–432.

УДК 681.5.015

МОДЕЛЬ ПРИВОДА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ С КОМПЕНСАЦИЕЙ НЕИЗМЕРЯЕМЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Веселов О.В., Баталов А.В.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: 010848_j@mail.ru

Обеспечение эффективности функционирования вновь разрабатываемого и действующего электромеханического привода связано с исследованием способности функционирования в заданных режимах и условиях эксплуатации. Решение таких задач связано с использованием моделей. Рассматривается модель привода с переменной структурой и скользящим режимом движения. Приведены уравнения, описывающие пространство скольжения, и расчетные параметры, используемые для построения модели. В рассматриваемом случае исполнительное устройство представляется звеном второго порядка. Важно правильно сконструировать пространство скольжения. Проверка ее реализуемости проводилась на модели, построенной в программной среде Matlab с использованием пакета Simulink. Приведено пространство состояний в виде графиков, представленных в таблице. Установлены границы вариации параметров внутренних и внешних возмущений и их влияние на качественные показатели процесса движения. Исследовано влияние изменения структуры исполнительного устройства с системы второго порядка на структуру третьего порядка при неизменной настройке пространства скольжения. Дополнительно потребовалось согласовать коэффициент обратной связи по скорости. Переходные процессы полностью совпадают. Существенное влияние на равномерность движения оказывает собственная частота переключения структур связанная с постоянной времени исполнительного устройства. Полученные характеристики подтвердили способность компенсации внешних не измеряемых возмущений и инвариантность к изменению внутренних параметров.

Ключевые слова: моделирование, возмущения, привод перемещений, скользящий режим, переменная структура

VARIABLE STRUCTURE DRIVE MODEL WITH IMMEASURABLE PERTURBATION COMPENSATION

Veselov O.V., Batalov A.V.

Vladimir State University named after Alexander Grigorevich and Nikolai Grigorevich Stoletov's, Vladimir, e-mail: 010848_j@mail.ru

Ensuring the efficiency of the functioning of the newly developed and operating electromechanical drive is associated with the study of the ability to function in the specified modes and operating conditions. Solving such problems involves the use of models. The model of a drive with a variable structure and a sliding mode of movement is considered. The equations describing the sliding space and the calculated parameters used to construct the model are given. In this case, the executive device is represented by a second-order link. It is important to design the sliding space correctly. Its feasibility was tested on a model built in software environment Matlab using the Simulink package. The state space is given in the form of graphs presented in the table. The limits of variation of the parameters of internal and external disturbances and their influence on the quality indicators of the motion process are established. The influence of changing the structure of the actuator from the second-order system to the third-order structure with the constant adjustment of the sliding space is investigated. Additionally, it was necessary to agree on the speed feedback coefficient. The transients are completely identical. The natural frequency of switching structures associated with the time constant of the executive device has a significant effect on the uniformity of movement. The obtained characteristics confirmed the ability to compensate for external non-measurable disturbances and the invariance to changes in internal parameters.

Keywords: modeling, perturbations, displacement drive, sliding mode, variable structure

Любой проект проходит ряд этапов, которые неизбежно сталкиваются с задачей убедиться в правильности принятых решений и увидеть полученный результат еще до реального воплощения. В этом случае помогает модель. Сначала формулируются задача и цель моделирования. Затем анализируется объект моделирования, выбирается способ представления модели и средства реализации. Окончательно выполняется эксперимент и анализ результатов моделирования [1]. В такой последовательности рассмотрим создание модели привода с особым видом движения – скользящим режимом и переключаемой структурой.

Во время работы приводов при различных нагрузках и частотах вращения валов, возникают динамические процессы, зависящие от качества изготовления и монтажа электромеханических узлов, качества их сборки, степени изношенности механизмов, качества материалов, из которых выполнены узлы системы. Возникающие упругие поперечно-крутильные колебания валов и колес приводят к неравномерности перемещения рабочих механизмов, развитию зазоров в передачах и вместе с тем к ухудшению параметров движения исполнительных узлов системы. В конечном счёте это сказывается не только на качестве обработ-

ки поверхностей обрабатываемых изделий. Если при работе на относительно высоких скоростях источники возмущений могут оказывать пренебрежимо малое влияние на характер движения исполнительного механизма за счёт демпфирования, то при работе на низких скоростях проблема снижения качественных показателей движения становится существенной. Сложность качественного управления приводами на низких скоростях связана с ограниченным диапазоном регулирования по скорости и значительными силами сопротивления резанию и силами трения.

При выполнении технологических операций, включая и силовое взаимодействие, возрастает статическая нагрузка и изменяется инерционность, что влечет за собой изменение времени переходного процесса, нарушается устойчивость и динамическая ошибка. В обычных системах периодические возмущения могут привести к автоколебаниям.

Оптимизация конструкции предполагает устранение промежуточных механических передач, что в свою очередь требует компенсации упругих свойств передач при силовом взаимодействии.

Компенсация влияния изменения скорости частично решается с применением специальных методов управления в классе адаптивных систем. Этот класс глубоко разработан ведущими учеными России и за рубежом. Среди авторов работ можно назвать Е.П. Попова, И.М. Макарова, А.В. Тимофеева и других авторов. В теории управления и практическом применении методов адаптации для парирования возмущений авторами отмечается усложнение самих систем и трудности их настройки [2].

Разработанная в институте проблем управления по инициативе С.В. Емельянова [3] теория систем с переменной структурой показала новые возможности в теории систем управления. Уникальный режим движения в совокупности с изменяемой структурой позволяет значительно улучшить характеристики при возникающих внутренних возмущениях и снижение ошибок при внешних возмущениях.

В качестве примера рассмотрим электромеханический привод руки робота, который не охвачен обратной связью по выходной координате.

Целью исследования является создание модели привода с переменной структурой, исследование его работоспособности и возможности снижения неравномерности движения, вызванное возмущениями периодического характера, определяемого технологическим процессом.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта будем рассматривать привод механизма перемещений с главной обратной связью по положению, причем сам механизм не охвачен обратной связью. Известные результаты исследований показали [4], что отсутствие полной информации о регулируемой координате резко снижает показатели работы привода, особенно при изменяющихся воздействиях, вызванных технологическим процессом.

Рассмотрим систему, которую можно описать каноническими уравнениями второго порядка [5]:

$$\dot{x}_1 = x_2,$$

$$\dot{x}_2 = -a_1 x_1 - a_2 x_2 + u, \qquad (1)$$

где $\dot{x}_1$ и $\dot{x}_2$ переменные состояния и управляющее воздействие:

$$\mathrm{u} = -\Psi x_1. \qquad (2)$$

Здесь Ψ – параметр переключаемой структуры, величина которого может изменяться по закону

$$\Psi = \begin{cases} d_1 \text{ при } \mathrm{S}x_1 > 0 \\ d_2 \text{ при } \mathrm{S}x_1 < 0 \end{cases}. \qquad (3)$$

Согласно теории систем с переменной структурой необходимо обеспечить условие, при котором произведение $\mathrm{S}\dot{S} < 0$. Для простоты реализации рассматривается система второго порядка. В качестве переменных используем ошибку регулятора положения и скорость вращения ротора двигателя. Если обозначить ошибку регулятора положения через x_1, а скорость через x_2, то уравнение скольжения запишется $\mathrm{S} = Cx_1 + x_2$. Решение этого уравнения при $c > 0$ является устойчивым, и, следовательно, система с переменной структурой при произвольных начальных условиях также устойчива. Закон изменения структуры основан на анализе произведения $\mathrm{S}x_1$. Для обеспечения стабилизации движения необходимо в управление добавить производную от координаты x_1. Изменением структуры удастся парировать возмущение, недоступное для измерения. В этом случае можно добиться ошибки управления, близкой к нулю.

Представим разрабатываемую модель исходной схемой, реализующей рассматриваемый подход (рис. 1).

Перейдем теперь к выводу расчетных соотношений, которые позволят реализовать подход к построению системы с переменной структурой, предназначенной для управления движением объекта с неконтролируемыми возмущениями.

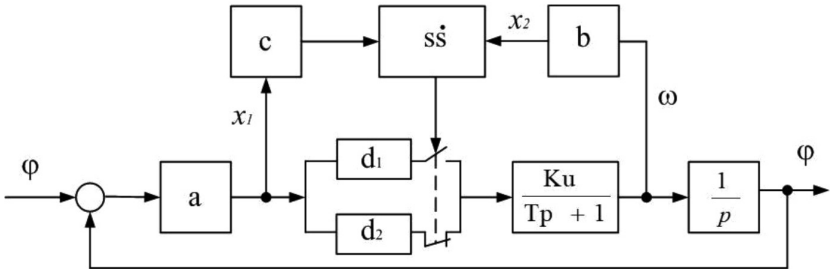


Рис. 1. Электромеханическая система

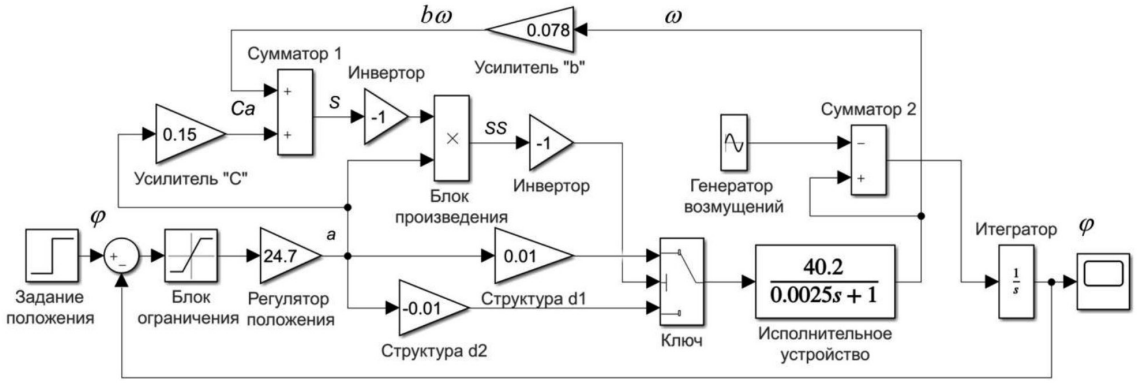


Рис. 2. Модель привода

Будем рассматривать систему, представленную на рис. 1, с исполнительным устройством, описываемым уравнением

$$\frac{\varphi}{u} = \frac{k}{p(Tp+1)}.$$

Представим предыдущее выражение уравнениями в пространстве состояний, аналогичное (1):

$$\dot{x}_1 = \frac{a}{b}x_2,$$

$$\dot{x}_2 = \frac{1}{T}(bku - x_2).$$

В этом выражении $x_1 = a\varphi$, $x_2 = b\omega$ и a и b – коэффициенты, связывающие параметры датчиков с характеристиками привода.

Линия переключения определяется в соответствии с уравнением $S = cx_1 + x_2$ (c – положительная константа), а производная

$$\dot{S} = (ca/b - 1/T)\, x_2 + (bk\Psi/T)\, x_1.$$

Вблизи линии переключения $x_2 = -cx_1$, поэтому

$$\dot{S} = (-ca/b + 1/T)\, c\, x_1 + (bk\Psi/T)\, x_1.$$

В силу необходимости выполнения условия $S\dot{S} < 0$, имеем

$$[-c^2a/b + c/T + bk\Psi/T]\, x_1 S < 0.$$

Переключение структур основано на анализе произведения $x_1 S$

$$\Psi = \begin{cases} -\alpha, \text{ если } x_1 S > 0 \\ \alpha, \text{ если } x_1 S < 0 \end{cases},$$

и с учетом (2, 3) управление изменяет свой знак.

Величина α вычисляется по выражению

$$\alpha = T/bk(c^2a/b + c/T).$$

Результаты исследования и их обсуждение

Теперь можно построить модель привода. В качестве инструментальных средств будем использовать программную систему Matlab. Встроенный в Matlab пакет структурного моделирования Simulink дает возможность простыми и выразительными средствами построить компьютерную модель и выполнить визуализацию результатов [5, 6]. Модель, построенная с использованием стандартных блоков Simulink, приведена на рис. 2. Схема включает сле-

дующие блоки. Схема вычисления произведения $S\dot{S}$ содержит блок суммирования (сумматор 1), блок произведения и инвертор. Переменная *a* перемножается с константой *c*, проходя через усилитель С, и поступает на вход сумматора, на второй вход которого подается сигнал, представляющий собой произведение коэффициента b на угловую скорость (усилитель b), снимаемую с выхода исполнительного устройства. В результате вычисляется параметр линии переключения $\dot{S}$. Блок произведения обеспечивает перемножения $\dot{S}$ на параметр перемещения *a*. В результате получаем условие переключения $S\dot{S}$. Выход инвертора управляет переключением структур с помощью ключа.

Исследование возмущающих режимов проводилось с использованием генератора задающего периодические сигналы различной амплитуды и частоты, построенного с использованием стандартного блока синусоидальных сигналов и сумматора 2.

Для эксперимента установим параметры модели К = 40,2, Т = 0,0025, а = 24,7, b = 0,078.

В этом случае параметр $\alpha = 0{,}00079$ $(316{,}6c^2 - 400c) = -0{,}0417$. Величина *c* определяет наклон линии скольжения, значение которой должно быть менее 0,2, а значение коэффициентов переключаемых структур $|d| < 0{,}04$.

Приведенные расчетные соотношения адекватно отражают поведение работы системы с переменной структурой и скользящим режимом движения.

Проверим влияние изменения параметров привода на выходные характеристики. Изменим параметры регулятора положения в интервале от 10 до 25 и характеристики исполнительного устройства К от 20 до 40 и Т от 0,025 с до 0,0003 с. Диапазон изменения параметров выбран со значительным разбросом, что не характерно для реальных систем, но отражает возможности рассматриваемой модели. Снижение коэффициента исполнительного устройства в 2 раза не приводит к существенным изменениям, а снижение коэффициента регулятора положения снижает частоту переключения с 30 Гц до 16 Гц. Остальные параметры не претерпевают изменений. Изменение коэффициента b на порядок увеличивает частоту переключений до 200 Гц и повышает точность. Напротив снижение параметра *c* до 0,1 приводит к снижению частоты скольжения при незначительном снижение остальных параметров. Изменение постоянной времени исполнительного устройства при снижении постоянной времени до 0,0025 с снижает частоту переключений до 20 Гц, а при 0,025 с до 8 Гц и уровень отклонения от установившегося значения незначительно увеличивается.

Кроме того, чтобы убедиться в инвариантности к параметрическим изменениям и структурным преобразованиям заменили исходное исполнительное устройство моделью силового преобразователя (апериодическое звено $0{,}002p + 1 = 7u$) и двигателя (колебательное звено $10^{-4}p^2 + 0{,}005p + 1 = 0{,}8u$). Переходный процесс полностью совпадает с исходной схемой.

Единственным дополнением в схеме было согласование коэффициента обратной связи по скорости. Таким образом, правильно сформированное пространство скольжения действительно обеспечивает инвариантность.

Результаты, полученные в процессе моделирования, представлены в таблице. В таблице приведено пространство состояния в виде выходных сигналов, точки съема информации и контролируемый параметр. Приведенные результаты соответствуют режиму работы без внешних возмущений.

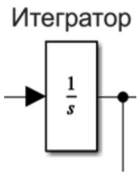
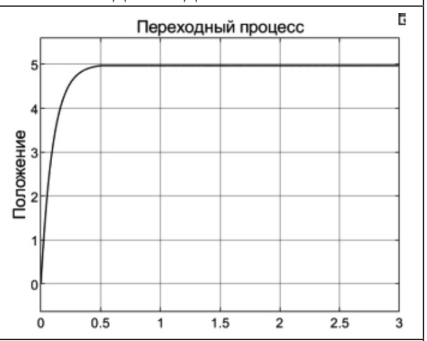
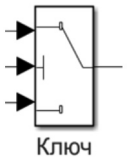
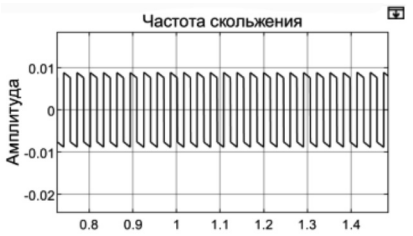
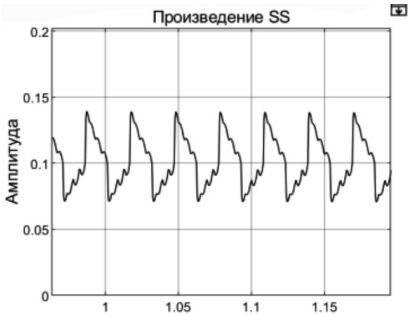
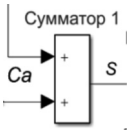
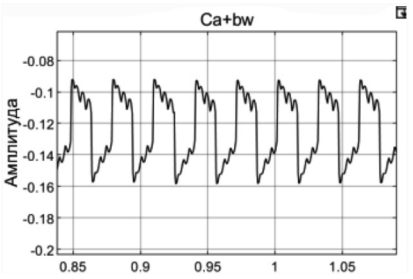
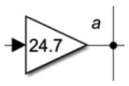
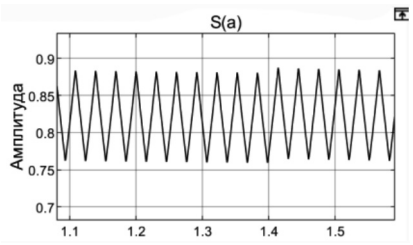
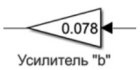
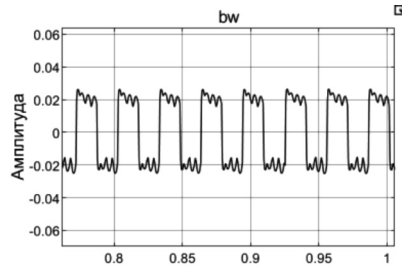
Рассмотрим теперь влияние внешнего возмущения на характер движения выходной координаты. Будем задавать возмущение в интервале 0,1 В до 2 В и частоты от 10 рад/с до 31 6рад/с. При амплитуде от 0,01 В и частоте от 10 до 150 рад/с возмущений частота скользящего режима больше 200 Гц и отклонение от установившегося значения не более 0,01 %.

С ростом амплитуды возмущений до 2 В при тех же условиях приводит к незначительному снижению частоты скольжения и отклонению относительно установившегося режима 0,4 %. Наихудший вариант получен при частоте возмущений 10 рад/с и амплитуде 2 В. Значительно снижается частота скольжения (1,42 Гц) при относительно малом увеличении отклонении от установившегося значения (5,6 %). В реальных условиях возмущение не может быть больше возможности исполнительно устройства.

Заключение

Рассмотренная модель привода, реализующая рассмотренный принцип управления, способна обеспечить заложенные в нее возможности параметрической компенсации различных видов возмущений. Разрабатываемый привод принципиально реализуем.

Приведенные исследования убедительно доказывают инвариантность к изменению внутренних параметров и внешних возмущений.

Пространство переменных состояния		
Контролируемый параметр	Точка контроля	Вид выходного сигнала
Переходный процесс по угловому положению		
Входное воздействие на исполнительное устройство. Сигнал скольжения (частота переключения)		
Произведение сигнала линии переключения на ее производную		
Сумма сигналов положения и скорости с учетом коэффициентов согласования		
Сигнал перемещения		
Скоростной сигнал		

К недостаткам рассматриваемой модели привода относится небольшая частота переключений, связанная с постоянной времени исполнительного устройства. В силу этого в выходном сигнале появляются периодические отклонения от установившегося значения 0,1% при оптимальном режиме работы и 1% при максимальной амплитуде и низкой частоте возмущений.

Список литературы

1. Герман-Галкин С.Г., Карташов Б.А., Литвинов С.Н. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech. М.: ДМК Пресс, 2021. 494 с.

2. Емельянов С.Г. Адаптивные нечетко-логические системы управления: монография. М.: Аргамак-Медиа, 2013. 184 с.

3. Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. М.: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1967. 336 с.

4. Кобзев А.А., Монахов Ю.М., Лекарева А.В. Реализация комплементарной коррекции в системах автоматического управления траекторными перемещениями технологических объектов с использованием нейросетевого регулятора // Динамика сложных систем – XXI век. 2017. № 4. С. 121–128.

5. Уткин В.И. Скользящие режимы и их применение в системах с переменной структурой. М.: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1974. 272 с.

6. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. СПб.: Издательство «Крона. Век», 2017. 368 с.

УДК 004.38:621.38

ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС И ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

[1]Воронов В.К., [1]Дударева О.В., [2]Геращенко Л.А.

[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: vladim.voronov1945@yandex.ru;

[2]Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Москва, e-mail: Gerashsenko@mail.ru

В работе обсуждаются возможности использования явления ядерного магнитного резонанса в решении проблем, связанных с созданием квантовых компьютеров. В связи с этим отмечается, что явление ядерного магнитного резонанса высокого разрешения было впервые применено для иллюстрации возможности создания простейшего квантового алгоритма. Роль квантовых кубитов выполняли ядра атомов из верхней части таблицы Менделеева. С использованием квантового процессора на основе явления ядерного магнитного резонанса, содержащего семь кубитов (двух атомов углерода и пяти атомов фтора), впервые был реализован в элементарном варианте алгоритм Шора. Роль элементарного процессора выполняла молекула комплекса железа с перфторбутадиенилом. Отмечено, что научные достижения последних примерно тридцати лет позволяют вернуться к идее использования на новом уровне явления ядерного магнитного резонанса для решения задач, связанных с созданием квантового компьютера. Проблеме создания такого компьютера предшествует материал, относящийся к визуализации разрешенных состояний, в том числе запутанных состояний q-битов. Для этого необходим способ контроля состояний квантовых кубитов и очередность вовлечения их в выполняемые вычислительные операции. Предложено использовать явление химической поляризации ядерных спинов, находящихся в магнитном поле, с целью реализации такого контроля. Для этого можно использовать обратимый процесс, фотохимический по своей сути, в котором спины ядер будут иметь строго нужные для проведения квантовых вычислений состояния.

Ключевые слова: квантовый компьютер, ядерный магнитный резонанс, химическая поляризация ядер

NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE AND THE PROBLEM OF CREATING A QUANTUM COMPUTER

[1]Voronov V.K., [1]Dudareva O.V., [2]Geraschenko L.A.

[1]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: vladim.voronov1945@yandex.ru;

[2]Moscow State University of Technology and Management by K.G. Razumovskiy, Moscow, e-mail: Gerashsenko@mail.ru

The work discusses the possibilities of using the phenomenon of nuclear magnetic resonance in solving problems associated with the creation of quantum computers. In this regard, it is noted that the phenomenon of high-resolution nuclear magnetic resonance was first used to illustrate the possibility of creating the simplest quantum algorithm. The role of quantum qubits was performed by the nuclei of atoms from the top of the Mendeleev table. Using a quantum processor based on the phenomenon of nuclear magnetic resonance containing seven qubits (two carbon atoms and five fluoride atoms), the role of the elementary processor was for the first time in a new version of the Shore algorithm. The role of the elementary processor was performed by a molecule of the iron complex with perflutadiyinil. It is noted that the scientific achievements of the last about thirty years allow us to return to the idea of using the phenomenon of nuclear magnetic resonance at a new level to solve the problems associated with the creation of a quantum computer. The problem of creating such a computer is preceded by a material related to the visualization of permitted states, including tangled states of q-bits. This requires a way to control the states of quantum qubits and the order of their involvement in the operations performed by the computational operations. It is proposed to use the phenomenon of chemical polarization of nuclear spins in the magnetic field in order to implement such control.

Keywords: quantum computer, nuclear magnetic resonance, chemical polarization of nuclei

К настоящему времени физики, исходя из идеи «снизу – вверх», кажется, теоретически разработали все детали, даже тонкости проблемы создания квантового компьютера (например, публикации [1–3] обзорного характера и приведенная там литература). Здесь уместно отметить, что принципиальным требованием является наличие когерентных суперпозиций и использование универсальных квантовых логических вентилей для перевода этих суперпозиций в запутанные состояния. Создаваемый таким образом большой математический ресурс затем можно использовать для выполнения вычислений, аналогичных тем, которые производятся классическим компьютером [1, 4]. Другими словами, выполнение упомянутого требования не самоцель, а в конечном счете способ проводить конкретную процедуру счета. Использование в качестве кубитов спинов ядер оказывается возможным в процессе детектирования сигналов ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Характерной особенностью указанного явления, обеспечивающей использование ЯМР для решения самого широкого круга задач, связанных со строением и динамикой молекул, является возможность составления ядерного спин-гамильтониана без каких-либо принципиальных ограничений [5]. С помощью методов спектроскопии магнитного резонанса высокого разрешения проиллюстрирована возможность создания квантового алгоритма (1998 г.). Роль квантовых кубитов выполняли ядра атомов из верхней части таблицы Менделеева [6]. В течение последующих лет в этом направлении была выполнена целая серия работ, направленных на увеличение числа ЯМР-кубитов в элементарном квантовом процессоре. Так, в 2001 г. появилось сообщение о квантовом ЯМР-процессоре, содержащем семь кубитов, с помощью которого впервые был реализован (в элементарном варианте) алгоритм Шора. В упомянутом процессоре выполнение логических операций производилось с участием спинов ядер двух атомов углерода (^{13}C) и пяти атомов фтора (^{19}F). Роль элементарного процессора выполняла молекула комплекса железа с перфторбутадиенилом. Следует также отметить серию работ, выполненных Джонсоном с соавторами по отработке экспериментальных методик реализации операций над ЯМР-кубитами, в том числе ЯМР-клонирование [6].

Трудно представить молекулу, содержащую в своем ЯМР-спектре, например, сто не налагающихся друг на друга сигналов, манипуляция с которыми могла осуществляться по правилам, которые позволяли бы использовать такой спектр в организации процедуры квантового счета. Следует отметить, что в соответствии с этими правилами величины $\left|J_{ij}\right|$ должны быть заметно больше, чем разность значений химических сдвигов $\left|\delta_j-\delta_i\right|$, выраженная в единицах частоты. Здесь δ – химические сдвиги сигналов соответствующих ядер, J – константы спин-спинового взаимодействия между этими ядрами. В конце девяностых годов двадцатого века – начале двадцать первого века выполнение данных неравенств предполагало использование дорогостоящих спектрометров ЯМР на основе сверхпроводящих магнитов, массовое распространение которых вряд ли станет когда-либо возможным. По указанной причине, в частности, вскоре после публикации упомянутых выше работ об использовании метода ЯМР он стал считаться неперспективным.

Научные достижения последних примерно тридцати лет прежде всего в области физики, химии, биологии, информатики, материаловедения, электроники стимулировали создание нового уровня приборов и установок научного назначения. Основные их достоинства – компактность по размерам, легкость применения для проведения соответствующих экспериментов, относительная простота в обслуживании, высокий уровень информативности получаемых на них экспериментальных данных. В полной мере это относится и к спектрометрам ЯМР. Тому подтверждение – появление в последние годы коммерческих установок высокого разрешения на основе постоянных магнитов с рабочей частотой по протонам 80 МГц с широкими возможностями по детектированию ЯМР-сигналов от целого ряда атомов.

Целью данной работы является обсуждение возможности решения проблемы создания квантового компьютера с учетом новых научных достижений в спектроскопии ЯМР. В связи с этим предложено использовать явление химической поляризации ядер с целью перевода ЯМР-кубитов в требуемые для проведения квантовых вычислений состояния. Материалу, относящемуся к этой проблеме, предшествует изложение некоторых особенностей использования квантовых объектов (кубитов) для выполнения процедуры счета.

Визуализация разрешенных состояний кубитов

В соответствии с теорией [1], математический ресурс квантового компьютера в немалой степени обусловлен запутанными состояниями квантовых объектов, выполняющих роль кубитов. Отсюда вытекает довольно жесткое требование к реализации процедуры счета – необходимость существования механизма, реализуемого в микромире и подчиняющегося законам квантовой физики, который «следит» за состоянием системы кубитов и обеспечивает их перепутанность в момент вовлечения в процедуру счета. В свою очередь наличие такого механизма должно как-то отражаться на уровне макромира, чтобы можно было пользоваться результатами счета, выполняемого системой этих кубитов. Аналогичная проблема возникает также в случае обращения к состояниям индивидуальных квантовых точек – ii-м состояниям, в том смысле, что очередность вовлечения их в процедуру счета должна быть как-то упорядочена.

Необходимо иметь в виду, что *n* должно быть достаточно большим числом (например, несколько сотен единиц), чтобы квантовый компьютер мог анализировать большие банки данных. Кроме того, эти состояния достаточно быстро можно было бы перебирать, чтобы включать в проце-

дуру счета. Отсюда становятся ясными существующие проблемы при реализации на практике работы квантового компьютера. Проблема больших значений *n* послужила основой для начала исследований по масштабированию поведения квантовых битов (q-битов) [2]. Цель таких исследований в конечном счете – создать систему кубитов, обеспечивающую анализ достаточно большого банка данных. При этом такая система не должна быть очень большой (в данном случае, по-видимому, речь должна идти о значениях *n* порядка десятков единиц). Критерием этого может быть возможность использования состояний кубитов, в том числе и запутанных, в реальных условиях, т.е. в процессе выполнения квантовых вычислений.

С момента обоснования идеи квантового компьютера к настоящему времени синтезировано много различных соединений, создано немало разнообразных материалов, в том числе двумерные материалы (первый среди них – графен). Возникает вопрос: «Нельзя ли попытаться их использовать с тем, чтобы *a priori* создать необходимый математический ресурс, элементы которого, оставаясь в рамках законов квантовой физики, могли бы использоваться в вычислениях?» Если исходить из положительного ответа, следует заключить, что они должны быть аналогами элементов классического компьютера, т.е. прежде всего могли выполнять роль триггеров. Так мы приходим к идее «сверху вниз». Только теперь это должны быть нанотриггеры, т.е. элементы, функционирующие на основе законов квантовой физики. Количество их может быть равным 2^n, причем значение *n* будет определяться теми задачами, для решения которых предполагается использовать процедуру квантового счета (размером массива данных). Упомянутые нанотриггеры, по своей сути, это квантовые объекты, уже готовые выполнять счет. Один из возможных вариантов квантового процессора на основе подхода «сверху вниз» изложен в статье [7]. Дальнейшая детализация описанного в этой работе устройства, действительно способного выполнять процедуру квантового счета, проведена в работе [8].

Хорошо известно, что триггер, имеющий два состояния (если иметь в виду протекание тока в нем) – важный элемент вычислительного процесса в ЭВМ; по своей сути это классический объект. Напротив, кубит (q-бит – квантовый бит информации) – квантовый объект. И это принципиальный момент – если он не один, а их в *n* раз больше, то возможно создать систему, которая характеризуется 2^n состояниями – базой математического ресурса квантового компьютера. Это обстоятельство и сделало идею создания такого устройства в свое время очень привлекательной. Но прежде чем воспользоваться упомянутым математическим ресурсом, необходимо как-то визуализовать (приготовить) разрешенные законами квантовой физики состояния кубитов. Другими словами, добиться, чтобы какое-то время кубиты находились в разрешенных состояниях, прежде чем проводить с их использованием процедуру счета (в лабораторной системе координат или, лучше сказать, в макромире).

В работе [7] система триггеров сопоставлена возможным состояниям квантовой системы, обеспечивающим большой математический информационный ресурс. Может показаться, что такое сопоставление означает совершенно произвольное смешивание двух объектов различной природы. Но это не просто триггеры малых размеров (наноразмерного масштаба), изготовленные и функционирующие на основе традиционных (классических) законов физики. В упомянутой работе речь идет о нанотриггерах, т.е. об элементах, *a priori* сконструированных с учетом требований, определяемых положениями квантовой физики. Можно поэтому утверждать, что указанная особенность позволяет (по крайней мере, в принципе) использовать ее как еще одну связь нанотриггера с другими элементами электрической цепи. Именно указанная связь лежит в основе предложенного в работах [7, 8] квантового логического вентиля на основе нанотриггера, управляемого квантовой точкой. Переход между ее двумя состояниями, каждое из которых контролирует протекание тока нанотранзистора (одно из плеч нанотриггера), в модельном представлении эквивалентен туннелированию через энергетический барьер, разделяющий состояния.

Важным представляется тот экспериментальный факт, что в одном из состояний квантовой точки она является диамагнитной, а в другом – парамагнитной. *Особенности магнитных свойств квантовой точки обусловливаются электронным обменным взаимодействием, квантово-механическим по своей природе. Таким образом, протекание тока или его отсутствие в электрической цепи контролируется фактически законами квантовой физики. Другими словами, нанотриггер вместе с управляющей квантовой точкой с позиции теоретических представлений можно рассматривать как реальную систему, которая позволяет установить связь между классическим явлением – протеканием тока в цепи в лабораторной системе координат*

(в макромире) – и квантовыми свойствами элементов цепи. В этой связи представляет интерес обстоятельный обзор [9], в котором дается детальное описание новых типов логических вентилей, создаваемых на основе определенного класса молекулярных структур. Такие вентили потребляют мощность только в процессе переключения. Возможно, для этих целей может оказаться эффективным использование специально синтезированной квантовой точки, предлагаемой в работах [7, 8] для управления нанотранзисторами, выполняющими роль кубитов. Переключение в этом случае будет обуславливаться переходами квантовой точки между разрешенными состояниями. Энергия такого перехода складывается из энергии электронного обменного взаимодействия (E_e) и потребляемой электронным устройством из окружающей среды (E_o), т.е. $\Delta E = E_0 \pm E_e$.

О возможностях ЯМР в решении проблемы создания квантового процессора

Принципиальным моментом для квантовых вычислений является замечательная особенность спектров ЯМР (которые, как известно, регистрируются в макросистеме), состоящая в том, что в них проявляется спин-спиновое взаимодействие (ССВ). Оно реализуется в масштабах атомов и молекул (на уровне квантового мира) и обуславливается, в частности, суперпозиционными состояниями резонирующих ядер. В теории ЯМР этот факт отражается тем, что в формулу, описывающую ССВ, входит Ферми-контактный член [5]. В эксперименте, как отмечено выше, имеет место расщепление сигналов (их мультиплетность), зависящее от величины константы ССВ, которая характеризует энергию такого взаимодействия. Современные методы магнитного резонанса позволяют влиять на характер проявления ССВ в спектрах ЯМР (например, с использованием различных методик гомо- и гетеродвойного резонанса).

Принципиальная возможность фиксировать суперпозиционные состояния спинов обусловлена спецификой явления ЯМР – его реализация связана с воздействием внешним магнитным полем на квантовую систему через спиновое пространство, в то время как ССВ реализуется в координатном пространстве. Это взаимодействие не разрушается в силу незначительной величины магнитной энергии ядра, находящегося в магнитном поле спектрометра ЯМР. Можно сказать, что спин-спиновые взаимодействия – своеобразные «отпечатки пальцев» когерентных состояний атомных спинов (потенциальных q-битов или квантовых битов информации) в спектрах ЯМР.

Применительно к современному состоянию теории квантовой информации по поводу «отпечатка пальцев» можно отметить следующее. В соответствии с законами квантовой механики, принципиальным моментом для квантовых систем является возможность нахождения их в перепутанных (entanglement) состояниях [1]. Факт перепутанности означает, что части квантовой системы находятся в скоррелированном состоянии. Перепутанность состояний (квантовая корреляция) – необходимая стадия, предшествующая проведению вычислительных операций. В этом смысле можно говорить о приготовлении таких состояний. Спин-спиновое взаимодействие являет собой пример экспериментального проявления (в спектрах ЯМР) перепутанности систем, содержащих в своем составе кубиты. Продолжая такую аналогию, следует заключить, что дальнее спин-спиновое взаимодействие (через четыре и более химических связи) может являться мерой перепутанности сложных квантовых систем, содержащих большое число кубитов. Если это так, то открывается еще одна возможность для поиска путей использования магнитного резонанса при решении задач, связанных с квантовыми вычислениями.

В соответствии с основными положениями квантовой информации этапу проведения операций счета должна предшествовать стадия, в которой реализуется когерентное состояние квантового объекта, используемого в качестве элементарного процессора. В выполненных к настоящему времени ЯМР-экспериментах такое состояние «приготовляется» извне путем воздействия соответствующими радиочастотными импульсами ([6] и приведенная там литература). Очевидно, что указанное воздействие возмущает систему так, что во взаимодействие вовлекаются и те состояния, которым не обязательно участвовать в детектируемом явлении со всеми вытекающими отсюда последствиями. Отсюда вытекают, в частности, трудности с организацией вычислительных процессов на основе ЯМР-кубитов. По-видимому, ситуацию можно изменить принципиальным образом, если подобрать такую систему, чтобы она к моменту воздействия ЯМР-импульсов уже находилась в суперпозиционном (по спину) состоянии. Причем к такому состоянию она должна подойти за счет эволюции, не связанной (это необходимо еще раз подчеркнуть) с планируемым на нее ЯМР-воздействием.

В 1967 г. исследователями из ФРГ и США было установлено, что при протекании в магнитном поле химических реакций определенного типа, в спектрах ЯМР про-

дуктов таких реакций наблюдается аномально большая эмиссия или поглощение. Анализ показал, что указанные спектральные особенности свидетельствуют о неравновесной заселенности ядерных зеемановских уровней. В соответствии с существующими представлениями поляризация не может создаваться в готовых молекулах или радикалах. Она возникает в их предшественниках, участвующих в химических реакциях, и потому несет информацию о предыстории конечных продуктов. На каждом этапе эволюции предшественников конечных продуктов может возникать неравновесная заселенность электронных и ядерных уровней, каждый из которых по отдельности или вместе с другими может быть ответственным за описанное здесь кратко явление, получившее название химической поляризации ядер (ХПЯ) [10]. Проведенные исследования показали, что явлению ХПЯ присущи характерные особенности. Среди них – знак поляризации спинов резонирующих ядер конечных продуктов. Отсюда вытекает возможность подбора такого обратимого процесса (например, фотохимического), в котором состояние спинов ядер ЯМР-кубитов может иметь строго нужное для проведения квантовых вычислений состояние. Естественно, что в этом случае последовательность радиочастотных импульсов может быть упрощена, а значит, расширены возможности в использовании ЯМР для решения проблем, связанных с созданием квантовых компьютеров. Наверное, возможны и другие методы (помимо ХПЯ) «подготовки» ЯМР-кубитов.

Заключение

Принципиальным моментом для квантовых вычислений является замечательная особенность спектров ЯМР (которые, как известно, регистрируются в макросистеме), состоящая в том, что в них проявляется спин-спиновое взаимодействие. Оно реализуется в масштабах атомов и молекул (на уровне квантового мира) и обуславливается, в частности, суперпозиционными состояниями резонирующих ядер. В теории ЯМР этот факт отражается тем, что в формулу, описывающую электронно-ядерное спин-спиновое взаимодействие, входит Ферми-контактный член. По ряду причин в конце двадцатого – начале двадцать первого века метод ЯМР для создания истинного квантового компьютера стал считаться неперспективным. Однако научные достижения последних тридцати лет позволяют вернуться к идее использования на новом уровне явления ЯМР для решения задач, связанных с проблемой создания квантового компьютера. В частности, обсуждена возможность использовать химическую поляризацию ядер с целью перевода ЯМР-кубитов в требуемые для проведения квантовых вычислений состояния.

Список литературы

1. Валиев К.А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления. Успехи физических наук // 2005. Т. 175. № 1. С. 3–39.

2. Алдошин С.М., Зенчук А.И., Фельдман Э.Б., Юрищев М.А. На пути к созданию материалов для квантовых компьютеров. Успехи химии // 2012. Т. 81. № 2. С. 91–104.

3. Harty T.P., Allcock D.T.C., Balance C.J., Gui-doni L., Janacek H.A., Linke N.M., Stacey D.N., Lucas D.M. High-Fidelity Preparation, Gates, Memory, and Readout of a Trapped-Ion Quantum Bit. Phys. Rev. Lett. 2014. Vol. 113. P. 220501–220505.

4. Рябцев И.И., Бетеров И.И., Третьяков Д.Б., Энтин В.М., Якшина Е.А. Спектроскопия холодных ридберговских атомов рубидия для применений в квантовой информатике // Успехи физических наук. 2016. Т. 186. № 2. С. 206–219.

5. Chizhik V.I., Chernyshev Y.S., Donets A.V., Frolov V.V., Komolkin A.V., Shelyapina M.G. Magnetic Resonance and Its Applications. Springer Science & Business Media, 2014. 782 p.

6. Jones J.A. Quantum Computing with NMR. Progress in NMR Spectroscopy. 2011. Vol. 59. No. 2. P. 91–120.

7. Voronov V.K. Quantum-dot Controlled Electronic Block Triggering a Quantum Computation Procedure. International Journal of Information Technology and Computer Science. 2020. Vol. 12. No. 2. P. 42–48.

8. Voronov V.K., Dudareva O.V., Geraschenko L.A. 2D Material-based Quantum Logic Gate Operating Via Self Organization of Quantum Dots. Global Journal of Science Frontier Research: A // 2020. Vol. 20. No. 8. P. 13–20.

9. Горбацевич А.А., Шубин Н.М. Квантовые логические вентили // Успехи физических наук. 2018. Т. 188. № 11. С. 1208–1225.

10. Бучаченко А.Л. Химическая поляризация электронов и ядер. М.: Наука, 1974. 246 с.

УДК 681.51:519.6

УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ СМЕШАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В ЗАДАЧАХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

[1,2]Воскобойников Ю.Е., [1]Боева В.А.

[1]ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Новосибирск, e-mail: voscob@mail.ru, v.boyeva@sibstrin.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, e-mail: voscob@mail.ru

В последние два десятилетия для описания динамики нелинейных систем в терминах «вход-выход» используются так называемые ряды Вольтера. При применении этих рядов математическая модель идентифицируемой системы кроме стандартного одномерного уравнения Вольтера включает интегральные уравнения Вольтера большей размерности (двумерное, трехмерное и т.д.). Для стационарных систем ядра этих уравнений являются разностными, т.е. их значения зависят от разности аргументов. Непараметрическая идентификация моделей, использующих ряды Вольтера, заключается в построении оценок для импульсных переходных функций (ИПФ), зависящих от двух и более аргументов, что, естественно, делает алгоритмы идентификации существенно сложнее по сравнению с одномерным случаем. В работе рассматривается один подход к идентификации двумерной ИПФ, использующий смешанные производные второго порядка от выходного сигнала системы, когда на ее вход подается серия прямоугольных импульсов разной амплитуды в разные моменты времени. Как известно, задача дифференцирования является некорректно поставленной задачей. Поэтому принципиальной проблемой реализации этого подхода является устойчивое вычисление смешанных производных второго порядка по зашумленным данным. Для преодоления этой проблемы в работе предлагается использовать двумерный сглаживающий кубический (бикубический) сплайн (сокращено СБС). Построение СБС для идентификации двумерной ИПФ обуславливает две задачи: задание и реализация разнотипных краевых условий на границе прямоугольной области, в которой определяется СБС; оценивание оптимальных значений двух параметров сглаживания из-за разной «гладкости» ИПФ по разным двум аргументам. В работе предлагается приемлемое решение этих двух задач. Выполненный вычислительный эксперимент показал хорошую точность предлагаемого алгоритма вычисления смешанных производных при искажении исходных данных шумами различного уровня.

Ключевые слова: задача идентификации нелинейных систем, ряды Вольтера, сглаживающие бикубические сплайны, задание краевых условий, выбор двух параметров сглаживания

STABLE ALGORITHM OF MIXED DERIVATIVES CALCULATION FOR NON-PARAMETRIC IDENTIFICATION PROBLEMS IN NONLINEAR SYSTEMS

[1,2]Voskoboynikov Yu.E., [1]Boeva V.A.

[1]Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, e-mail: voscob@mail.ru, v.boyeva@sibstrin.ru;
[2]Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, e-mail: voscob@mail.ru

Over the past two decades, the Volterra series are widely used to describe the dynamics of nonlinear systems in input-output terms. When applying these series, a mathematical model of the system identified includes the Volterra integral equations of higher dimension (two-dimensional, three-dimensional, etc.) in addition to the standard one-dimensional Volterra equation. For stationary systems, the kernels of these equations are difference, i.e. their values depend on difference in the arguments. A non-parametric identification of the models represented by the Volterra series consists in estimates construction for impulse transient functions (ITFs) depending on two or more arguments. It naturally makes identification algorithms much more complicated in comparison with the one-dimensional case. The paper considers one approach to the identification of a two-dimensional ITF, using mixed second-order derivatives of an output signal of a system, when a series of different-amplitude rectangular pulses is applied to the input of a system at different times. It is known that differentiation is an ill-posed problem. In this context, a stable calculation of second-order mixed derivatives of noisy data is the fundamental problem when this method is implemented. The solution to this problem is proposed to find by two-dimensional smoothing cubic, or bicubic, splines (abbreviated SBS). The construction of SBS for two-dimensional ITF identification poses two matters: firstly, the matter of different-type boundary conditions definition on the border of rectangular SBS definition domain, and, secondly, the matter of optimal values estimation for two smoothing parameters due to the different ITFs smoothness for different arguments. The paper proposes an acceptable solution to these two matters. The computational experiment performed presents a high accuracy of the algorithm proposed for calculation of mixed derivatives even when initial data are noise-contaminated.

Keywords: identification problem for nonlinear systems, Volterra series, smoothing bicubic splines, boundary conditions definition, selection of two smoothing parameters

Два последних десятилетия ведутся интенсивные научные исследования методов идентификации нелинейных динамических систем, представленных различными математическими моделями. Весьма перспективной в этом отношении является интегральная модель «вход-выход», состоящая из нескольких уравнений Вольтера,

ядра которых образованы из соответствующих слагаемых ряда Вольтера [1, 2]. Один из подходов к идентификации квадратичного ядра (двумерной импульсной переходной функции (ИПФ)) [3, 4] требует вычисления смешанной производной второго порядка от двумерного выходного сигнал $f_{\text{кв}}(t, \tau)$ идентифицируемой системы при подаче на ее вход серии прямоугольных импульсов разной амплитуды в разные моменты времени [5]. Следовательно, необходимо по измеренным в дискретные моменты времени (t_i, τ_j) зашумленным значениям $\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i, \tau_j)$, $i = 1,..., N_t$, $j = 1,..., N_\tau$ вычислить смешанную производную $f''_{\text{кв}t,\tau}(t, \tau) = \dfrac{\partial^2}{\partial t \partial \tau} f_{\text{кв}}(t, \tau)$.

Как известно, задача дифференцирования даже функции одной переменной является некорректно поставленной задачей, когда небольшие ошибки измерения значений функции вызывают существенные ошибки в производной. В работах [6, 7] для устойчивого вычисления первой производной использовались одномерные сглаживающие кубические сплайны (СКС). При соответствующем задании краевых условий и выборе параметра сглаживания (из условия минимума СКО сглаживания) удается с приемлемой точностью построить оценку для ИПФ линейной стационарной системы. Для устойчивого вычисления смешанной производной второго порядка $f''_{\text{кв}t,\tau}(t, \tau)$ в данной работе предлагается также использоваться сглаживающий сплайн, но уже бикубический, т.е. являющийся функцией двух переменных, который будем обозначать как СБС (сглаживающий бикубический сплайн). Однако построение такого сплайна существенно сложнее построения одномерного СКС. Во-первых, краевые условия задаются уже не в двух точках, а на четырех прямых, являющихся границами прямоугольной области построения СБС. Во-вторых, из-за разной «гладкости» функции $f_{\text{кв}}(t, \tau)$ по разным переменным t, τ необходимо выбрать уже два параметра сглаживания α_t, α_τ (по каждой переменной сплайна) из условия минимума СКО сглаживания. Эти два момента обусловили две основные задачи, которые решаются в данной работе:

– разработка алгоритма, позволяющего строить сглаживающий бикубический сплайн с большим числом комбинаций краевых условий на разных границах области построения сплайна;

– выбор двух параметров сглаживания (по каждой переменной сплайна) из условия минимума СКО сглаживания на основе проверки статистических гипотез об оптимальности того или иного параметра сглаживания.

Материалы и методы исследования

Предположим, что регистрируемый в узлах прямоугольной сетки $\{t_i, \tau_j\}$, $i = 1,..., N_t$, $j = 1,..., N_\tau$, зашумленный сигнал $\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i, \tau_j)$ допускает представление:

$$\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i, \tau_j) = f_{\text{кв}}(t_i, \tau_j) + \eta_{i,j}, \quad i = 1,..., N_t, j = 1,..., N_\tau, \qquad (1)$$

где $\eta_{i,j}$ – случайный шум измерения с нулевым средним и дисперсией σ_η^2. Заметим, что узлы как t_i, так и τ_j могут иметь не одинаковый и не равный шаг. Требуется по исходным данным $\left\{\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i, \tau_j)\right\}$ вычислить смешанные производные сглаживающего сплайна. Простой, но достаточно эффективный алгоритм вычисления частных производных СБС (при заданных параметрах сглаживания α_t, α_τ) можно получить, обобщая методику построения самого СБС работы [7]. Предлагаемый алгоритм вычисления частных производных СБС можно представить следующими шагами.

Шаг 1. Для каждого фиксированного значения аргумента τ_j и заданного параметра сглаживания α_t строится одномерный СКС $S_{\alpha_t}(t, \tau_j)$ по зашумленным значениям $\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i, \tau_j)$, $i = 1,..., N_t$ (т.е. СКС строится по переменной t). Напомним, что каждый из N_τ построенных СКС на отрезке $[t_i, t_{i+1})$, $i = 1,..., N_t - 1$ представляет собой полином третьей степени вида [8, 9]:

$$S_{\alpha_t}(t, \tau_j) = a_{ti} + b_{ti}(t - t_i) + c_{ti}(t - t_i)^2 + d_{ti}(t - t_i)^3 \qquad (2)$$

и на всем интервале $[t_1, t_{N_t}]$ имеет вторую непрерывную производную. Так как при построении сплайна находятся коэффициенты сплайна $a_{ti}, b_{ti}, c_{ti}, d_{ti}$, то вычисление частной производной от сплайна $S_{\alpha_t}(t, \tau_j)$ по переменной t можно осуществить по формуле

$$S'_{\alpha_t}(t, \tau_j) = \frac{\partial}{\partial t} S_{\alpha_t}(t, \tau_j) = b_{ti} + 2c_{ti}(t - t_i) + 3d_{ti}(t - t_i)^2. \qquad (3)$$

Очевидно, что при $t = t_i$, из формулы (3) получаем

$$S'_{\alpha_t}(t_i, \tau_j) = \frac{\partial}{\partial t} S_{\alpha_t}(t, \tau_j)\Big|_{t=t_i} = b_{ti}.$$

Шаг 2. Для каждого фиксированного значения аргумента t_i при заданном параметре сглаживания α_τ строится одномерный СКС $S'_{\alpha_t,\alpha_\tau}(t_i,\tau)$ по значениям частной производной $S'_{\alpha_t}(t_i,\tau_j)$, $j=1,...,N_\tau$ (т.е. СКС строится по переменной τ). Каждый из N_t построенных СКС на отрезке $[\tau_j,\tau_{j+1})$, $i=1,...,N_\tau-1$ представляет собой полином третьей степени вида

$$S'_{\alpha_t,\alpha_\tau}(t_i,\tau)=a_{\tau j}+b_{\tau j}(\tau-\tau_j)+ \\ +c_{\tau j}(\tau-\tau_j)^2+d_{\tau j}(\tau-\tau_j)^3 \qquad (4)$$

и на всем интервале $[\tau_1,\tau_{N_\tau}]$ имеет вторую непрерывную производную. Для вычисления смешанной производной второго порядка выполним дифференцирование (4) по переменной τ. Получаем

$$S''_{\alpha_t,\alpha_\tau}(t_i,\tau_j)=\frac{\partial}{\partial\tau}S'_{\alpha_t,\alpha_\tau}(t_i,\tau)\Big|_{\tau=\tau_j}=b_{\tau j}. \qquad (5)$$

Таким образом, построен алгоритм вычисления смешанной производной с высокой вычислительной эффективностью – число вычислительных операций можно выразить формулой: $C\cdot N_t\cdot N_\tau$, где C – константа, не зависящая от N_t, N_τ (для одномерного СКС значение C не превышает 60 [8]).

Напомним, что для однозначного вычисления коэффициентов одномерного СКС $S_\alpha(t)$ необходимо задать так называемые краевые условия на левой и правой границе отрезка (для определенности обозначим эти границы как t_1 и t_N), на котором строится СКС [8, 9]. Так как многие алгоритмы непараметрической идентификации используют значения производных от построенных сплайнов, то целесообразно в качестве краевых условий принимать значения первых производных, т.е. условия

$$S'_\alpha(t_1)=s'_1;\ S'_\alpha(t_N)=s'_N. \qquad (6)$$

Алгоритм построения СКС с такими условиями был изложен в работе [7]. К сожалению, в ряде случаев информация о точных значениях s'_1, s'_N первой производной отсутствует, и в этом случае обращаются к естественным краевым условиям вида [6]:

$$S''_\alpha(t_1)=0;\ S''_\alpha(t_N)=0, \qquad (7)$$

которые могут значительно увеличить ошибку идентификации по сравнению с условиями (6) [7]. Задание краевых условий при построении двумерного сплайна существенно усложняется из-за необходимости задавать сочетания разных типов краевых условий не в двух точках, а на четырех прямых, являющихся границами прямоугольной области, в которой строится СБС. Поэтому в разработанном пакете прикладных программ (используемого при решении практических задач идентификации) предусмотрена возможность задавать любые комбинации из краевых условий (6), (7) на этих четырех границах. Пример такого задания будет приведен ниже в описании выполненного вычислительного эксперимента.

Ранее при изложении алгоритма вычисления смешанной производной предполагалось, что параметры сглаживания α_t, α_τ определены. Необходимость введения двух параметров сглаживания была обусловлена разной степенью «гладкости» дифференцируемой функции по переменным t, τ, и эта разница может быть весьма значительной. Как же определить приемлемые значения (исходя из минимума ошибки дифференцирования) этих параметров? Очевидно, что нахождение значений этих параметров является более сложной задачей, чем выбор параметра сглаживания в одномерном СКС, где находится только один параметр. Для выбора двух параметров α_t, α_τ предлагается следующий подход, основанный на проверке статистических гипотез об оптимальности параметра сглаживания [10], который использовался в работах [6, 7] для выбора одного параметра сглаживания.

Первоначально рассмотрим выбор параметра α_t. Введём статистику

$$\rho_t(\alpha_t)=\frac{1}{\sigma_\eta^2}\sum_{j=1}^{N_\tau}\sum_{i=1}^{N_t}e_{\alpha_t}(t_i,\tau_j)\cdot\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i,\tau_j), \qquad (8)$$

где $e_{\alpha_t}(t_i,\tau_j)=\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i,\tau_j)-S_{\alpha_t}(t_i,\tau_j)$ – невязка i, j-ого измерения, $S_{\alpha_t}(t,\tau_j)$ – СКС с параметром сглаживания α_t, построенный по переменной t при фиксированном значении τ_j, $j=1,...,N_\tau$. В качестве параметра сглаживания α_t принимается значение α_{t_W}, для которого выполняется неравенство

$$\upsilon_{\frac{\beta}{2},N}\le\rho_t(\alpha_t)\le\upsilon_{1-\frac{\beta}{2},N}, \qquad (9)$$

где величины $\upsilon_{\frac{\beta}{2},N}, \upsilon_{1-\frac{\beta}{2},N}$ – квантили χ^2-распределения с $N=N_t\cdot N_\tau$ степенями свободы уровней $\frac{\beta}{2}, 1-\frac{\beta}{2}$ соответственно. Величина β определяет вероятность ошибки первого рода при проверке гипотезы об оптимальности (величина среднеквадратической ошибки сглаживания) оценки α_{t_W} и, как правило, $\beta=0.05$. Если $N>30$, то для вычисления квантилей χ^2-распределения при $\beta=0.05$ можно использовать простые формулы

$$\upsilon_{0.025,N}=N-1.96\cdot\sqrt{2N}, \\ \upsilon_{0.975,N}=N+1.96\cdot\sqrt{2N}. \qquad (10)$$

Вычисление α_{t_W} сводится к решению нелинейного уравнения

$$\rho_t(\alpha_t) = N \qquad (11)$$

итерационными алгоритмами. В качестве α_{t_W} принимается очередное приближённо решение $\alpha_t^{(n)}$ уравнения (11), которое удовлетворяет неравенству (9).

Для выбора параметра α_τ введём статистику

$$\rho_\tau(\alpha_\tau) = \frac{1}{\sigma_\eta^2}\sum_{i=1}^{N_t}\sum_{j=1}^{N_\tau} e_{\alpha_\tau}(t_i,\tau_j)\cdot \tilde{f}_{\text{кв}}(t_i,\tau_j), \qquad (12)$$

где $e_{\alpha_\tau}(t_i,\tau_j) = \tilde{f}_{\text{кв}}(t_i,\tau_j) - S_{\alpha_\tau}(t_i,\tau_j)$ – невязка i, j-ого измерения, $S_{\alpha_\tau}(t_i,\tau)$ – СКС с параметром сглаживания α_τ, построенный по переменной τ при фиксированном значении $t_i, j = 1,...,N_t$. В качестве параметра сглаживания α_τ принимается значение α_{τ_W}, для которого выполняется неравенство

$$\upsilon_{\frac{\beta}{2},N} \le \rho_\tau(\alpha_\tau) \le \upsilon_{1-\frac{\beta}{2},N}. \qquad (13)$$

Эффективность предложенного подхода к выбору двух параметров сглаживания СБС будет показана ниже на результатах выполненного вычислительного эксперимента.

Результаты исследования и их обсуждение

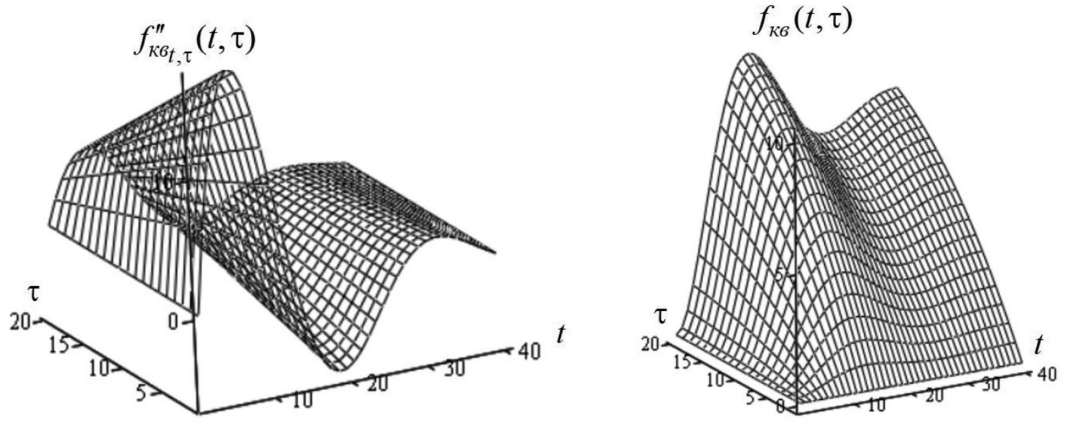
В качестве «точной» смешанной производной $f''_{\text{кв}_{t,\tau}}(t,\tau)$ была принята функция двух аргументов, показанная на рис. 1, а. Проинтегрировав $f''_{\text{кв}_{t,\tau}}(t,\tau)$ по переменным t, τ, получаем «точную» функцию $f_{\text{кв}}(t, \tau)$, показанную на рис. 1, б. Для перехода к временным осям оцифровку осей τ_1, t нужно умножить на шаг по времени 0,04, а оцифровку осей τ_2, τ – на шаг 0,15 с.

Зашумленные значения $\tilde{f}_{\text{кв}}(t_i,\tau_j)$ генерировались в соответствии с (1) и искажались нормально распределённым шумом с относительным уровнем 0,04, при этом $N_t = 40, N_\tau = 20$. При построении СБС в точках $\{t_1,\tau_j\}, j = 1,...,N_\tau$ задавались краевые условия $S'_{\alpha_t}(t_1,\tau_j) = 0$, на остальных трех границах области построения сплайна $\{t_{N_t},\tau_j\}, j = 1,...,N_\tau$, $\{t_i,\tau_1\}, i = 1,...,N_t$, $\{t_i,\tau_{N_\tau}\}, i = 1,...,N_t$ задавались вторые нулевые производные (из-за предполагаемого отсутствия априорной информации о значениях первой производной).

На рис. 2, а, приведены зависимости от параметра сглаживания α_t: относительной ошибки сглаживания (сплошная кривая)

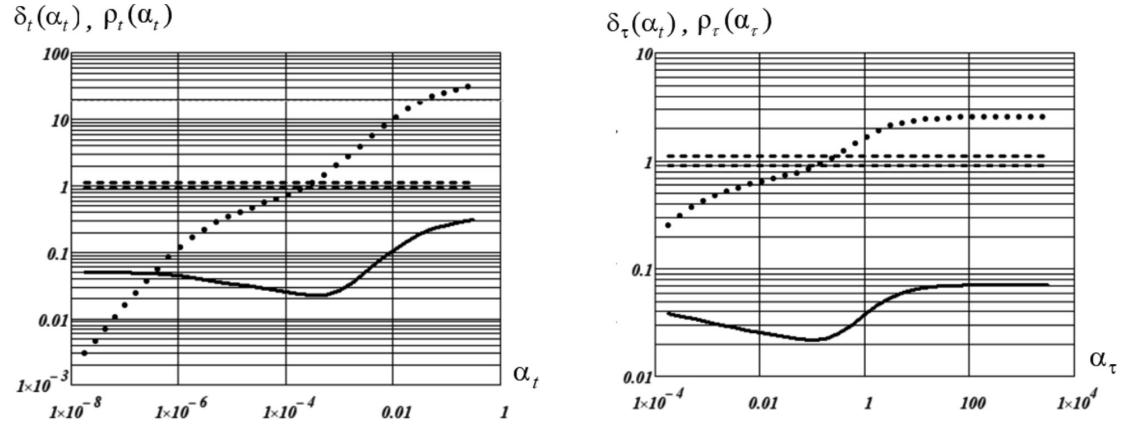
$$\delta_t(\alpha_t) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N_\tau}\sum_{i=1}^{N_t}\left(S_{\alpha_t}(t_i,\tau_j) - f_{\text{кв}}(t_i,\tau_j)\right)^2}{\sum_{j=1}^{N_\tau}\sum_{i=1}^{N_t}\left(f_{\text{кв}}(t_i,\tau_j)\right)^2}}; \qquad (14)$$

статистика $\rho_t(\alpha_t)$ на рисунке показана точечной кривой; штрихами нанесены квантили $\upsilon_{0.025,N}, \upsilon_{0.975,N}$. Последние три величины для приемлемого масштаба отображения на рисунке поделены на величину $N = N_t \cdot N_\tau = 800$. На рис. 2, б, нанесены аналогичные характеристики $\delta_\tau(\alpha_\tau)$, $\rho_\tau(\alpha_\tau)$ параметра сглаживания α_τ сплайна $S_{\alpha_\tau}(t,\tau)$, который строится по переменной τ при фиксированных значениях t_i.



а) *б)*

Рис. 1. Точные функции $f''_{\text{кв}_{t,\tau}}(t,\tau)$ и $f_{\text{кв}}(t, \tau)$



а) *б)*

Рис. 2. Выбор параметров сглаживания α_{t_W}, α_{τ_W}

Как следует из (9), (13), в качестве параметров α_{t_W}, α_{τ_W} принимаются значения, для которых значения статистик $\rho_t(\alpha_t)$, $\rho_\tau(\alpha_\tau)$ находятся между штриховыми прямыми (квантили (10)). Анализ этих графиков позволяет сделать вывод, что предложенный подход к выбору двух параметров сглаживания позволяет: а) вычислить значения α_{t_W}, α_{τ_W} из области минимума соответствующих относительных ошибок сглаживания (рис. 2); б) определить разные α_{t_W}, α_{τ_W} в зависимости от «гладкости» функции $f_{\text{кв}}(t, \tau)$ по переменным t, τ. Принятая в эксперименте функция $f_{\text{кв}}(t, \tau)$ по переменной τ более гладкая, и поэтому значение α_{τ_W} примерно на два порядка больше α_{t_W} и это уменьшает ошибку дифференцирования по этой переменной. Относительная ошибка вычисленной $\hat{f}''_{\text{кв}t,\tau}(t_i, \tau_j) = S''_{\alpha_t,\alpha_\tau}(t_i, \tau_j)$ составила 0,127. Для сравнения была определена наименьшая относительная ошибка вычисления смешанной производной равная 0,109 (в вычислительном эксперименте это можно осуществить), что позволяет сделать вывод о приемлемой для практики точности вычисления смешанной производной второго порядка по зашумленным данным. Для относительного уровня шума 0,10 эти ошибки составили 0,205 и 0,188 соответственно. Это позволяет делать вывод о хорошей устойчивости алгоритма к шумам измерения исходных данных.

Заключение

Предложенный подход позволяет с приемлемой точностью вычислить смешанную производную второго порядка, дает возможность задавать разные типы краевых условий (исходя из имеющейся априорной информации), а также учитывать (за счет выбора двух параметров сглаживания) разную гладкость дифференцируемой функции по отдельным переменным. Алгоритм дифференцирования на основе сглаживающего бикубического сплайна может работать с различными шагами дискретизации, как по каждой переменной, так и с разным шагом дискретизации «внутри» каждой переменной, что особенно ценно при обработке реальных экспериментальных данных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90041.

Список литературы

1. Сидоров Д.Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. 293 с.

2. Апарцин А.С. Неклассические уравнения Вольтера I рода: теория и численные методы. Новосибирск: Наука, 1999. 193 с.

3. Солодуша С.В. Численное моделирование динамики теплообмена модифицированным квадратичным полиномом Вольтерры // Вычислительные технологии. 2013. Т. 18. № 2. С. 84–94.

4. Солодуша С.В. К численному решению одного класса систем полиномиальных уравнений Вольтера I рода // Сибирский журнал вычислительной математики. 2018. № 1. С. 117–126.

5. Солодуша С.В. Амплитуды тестовых сигналов для построения интегральных моделей динамики объектов тепло- и электроэнергетики // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2017): материалы XVII-й Междунар. научно-практической конференции. М.: ООО «Аналитик», 2017. С. 322–326.

6. Воскобойников Ю.Е., Боева В.А. Новый устойчивый алгоритм непараметрической идентификации технических систем // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 5. С. 25–29.

7. Воскобойников Ю.Е., Боева В.А. Дескриптивное сглаживание сигнала в одном алгоритме непараметрической идентификации технических систем // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 7. С. 24–28.

8. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. М.: Наука, 1980. 345 с.

9. Wang Y. Smoothing Splines Methods and Applications. Ser. Monographs on Statistics and Applied Probability v. 121. A Chapman & Hall book. 2011. 347 p.

10. Воскобойников Ю.Е., Преображенский Н.Г., Седельников А.И Математическая обработка эксперимента в молекулярной газодинамике. Новосибирск: Наука, 1984. 238 с.

УДК 621.01:621.837.3

СОЗДАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БЕЗ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ

Гудимова Л.Н., Дворников Л.Т., Макаров А.В., Живаго Э.Я.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк, e-mail: lyu-gudiova@yandex.ru

Шарнирные механизмы, широко применяемые во всех отраслях современной промышленности, в том числе и металлургической, например в качестве исполнительных механизмов качения кристаллизатора, перемещения прокатных столов, дробления материалов и др., являются механическими системами с избыточными связями. Проблема избыточности связей в механизмах к настоящему времени является вполне осознанной и не вызывающей сомнений. Однако строго обоснованных методов реального их устранения пока не выработано. В настоящей работе ставится и решается задача устранения избыточных связей в структуре восьмизвенной щековой дробилки. Предлагаемый метод сводится к обоснованию выбора таких кинематических пар, при которых механизм в целом освобождается от излишних связей и становится адаптивным устройством, способным передавать через свои звенья лишь те нагрузки, для которых он создается. Метод является новым и, по мнению авторов, может найти в практике проектирования машин широкое применение. Он дает возможность адресно располагать кинематические пары так, чтобы исключить дефицит подвижностей между звеньями, что важно и при сборке механизма, и при его работе, и включает шесть этапов решения. На первом этапе определяются числа и классы используемых кинематических пар, являющиеся общими решениями внутри механизма нулевого семейства. На втором производится декомпозиция механизма на замкнутые контуры и фрагменты, на третьем – находятся числа и классы кинематических пар для замкнутых контуров и дополняющих их фрагментов, на четвертом определяются комплексные решения в каждой декомпозиции, на пятом отыскиваются совпадающие комплексные решения с общими, на шестом на основании полученных независимых решений декомпозиций составляется система уравнений, позволяющая расположить кинематические пары различных классов таким образом, чтобы механизм стал безызбыточным по связям. Все шесть этапов решения по исключению избыточных связей показаны на конкретном восьмизвенном механизме с четырехугольным замкнутым контуром, предназначенным для дробления твердых тел.

Ключевые слова: избыточные связи, механизм для дробления твердых тел, подвижность, кинематические пары, цепи нулевой подвижности, механизм нулевого семейства

CREATION OF THE STRUCTURAL DIAGRAM OF A NEW GENERATION JAW CRUSHER WITHOUT EXCESSIVE CONNECTIONS

Gudimova L.N., Dvornikov L.T., Makarov A.V., Zhivago E.Ya.

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, e-mail: lyu-gudiova@yandex.ru

Hinge mechanisms, widely used in all branches of modern industry, including metallurgy, for example, as actuators for rolling a mold, moving rolling tables, crushing materials, etc., are mechanical systems with redundant connections. The problem of redundancy of connections in mechanisms by now is quite conscious and beyond doubt. However, no strictly substantiated methods of their real elimination have yet been developed. In the present work, the problem of eliminating excess bonds in the structure of an eight-link jaw crusher is posed and solved. The proposed method is reduced to justifying the choice of such kinematic pairs, in which the mechanism as a whole is freed from unnecessary connections and becomes an adaptive device capable of transmitting through its links only those loads for which it is created. The method is new and, according to the authors, can find wide application in the practice of designing machines. It makes it possible to address kinematic pairs so as to eliminate the deficit of mobility between the links, which is important both when assembling the mechanism and during its operation, and includes six stages of solution. At the first stage, the numbers and classes of kinematic pairs used are determined, which are common solutions within the zero family mechanism. On the second, the mechanism is decomposed into closed loops and fragments, on the third, the numbers and classes of kinematic pairs for closed loops and their complementary fragments are found, on the fourth, complex solutions are determined in each decomposition, on the fifth, coinciding complex solutions with common ones are found, on the sixth, on the basis of the obtained independent solutions of decompositions, a system of equations is drawn up, which allows to arrange kinematic pairs of different classes in such a way that the mechanism becomes redundant in terms of connections. All six stages of the solution to eliminate redundant bonds are shown on a specific eight-link mechanism with a quadrangular closed loop designed for crushing solids.

Keywords: redundant bonds, mechanism for crushing solids, mobility, kinematic pairs, chains of zero mobility, zero family mechanism

Темпы развития металлургической и смежных с ней отраслей промышленности постоянно требуют усовершенствования конструкций дробильного оборудования [1–4]. Внедрение новой техники, а также повышение её эффективности позволяет решать ряд важных задач, таких как снижение себестоимости оборудования, повышение качества технологических процессов, увеличение рентабельности производства. Все процессы измельчения характеризуются высокой энергоемкостью, поэтому особое внимание уделяется энергетическим затратам, которые при проектировании учи-

тываются только через процесс дробления материала [5–8]. В результате мощность электродвигателя, как правило, выбирают на 30–50 % больше мощности, получаемой при расчете по существующим формулам [1]. Существенно уменьшить расход энергии дробильных машин можно путем создания самоустанавливающихся структур дробильных машин нового поколения.

Известно, что используемые в дробилках подшипники для соединения между собой деталей (звеньев) не могут обеспечить их самоустановку, в результате наблюдается перегрузка всех звеньев, вызывающая повышенный износ соприкасающихся поверхностей деталей и заклинивание звеньев, что приводит к полной остановке процесса дробления. В работе поставлена задача создания самоустанавливающейся новой структуры дробильной восьмизвенной машины, по созданной методике, разработанной в научной школе Сибирского государственного индустриального университета.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на использовании: известных структурных формул подвижности В.В. Добровольского – И.И. Артоболевского, основных положений структурного анализа и синтеза академика И.И. Артоболевского и профессоров В.В. Добровольского, Г.Г. Баранова, Л.В. Ассура, универсальной структурной системы (УСС) профессора Л.Т. Дворникова и принципов определения и исключения избыточных связей в механизмах профессоров Н.И. Колчина, Л.Н. Решетова.

Результаты исследования и их обсуждение

Кинематическая цепь щековой дробилки, защищенной патентом [9], показана на рис. 1, она представлена начальным звеном 1, соединенным со стойкой O_1, закон движения которого задается, и двумя группами Ассура – диадой ABO_2 и четырехзвенной группой $CEFDGO_3$.

В структуре щековой дробилки семь подвижных звеньев ($n = 7$), которые соединены между собой десятью одноподвижными кинематическими парами ($p = 10$), т.е. парами пятого класса – p_5. Такие структуры механизмов по классификации И.И. Артоболевского [10] и других исследователей относятся к механизмам третьего семейства ($m = 3$).

Создать плоский механизм при дефиците подвижности в шарнирах, обеспечив строгую параллельность всех его геометрических осей, нельзя, так как невозможно изготовить звенья, с размерами в точном соответствии с расчетными значениями, следовательно, и собрать механизм окажется невозможно без принуждения. Реально все оси шарниров будут попарно пересекаться, и тогда вся система после сборки перестанет быть плоской, её звенья будут дополнительно напряжены изгибающими моментами. Он станет избыточным по связям. Число таких связей определяется формулой

$$q = m\left(\sum p - n\right), \qquad (1)$$

где m – число общих связей, накладываемых на механизм в целом, p – число кинематических пар (соединений), n – число подвижных звеньев.

Если наличие и число избыточных связей в механизмах определять исходя из зависимости (1), то, казалось бы, очевидным является вывод о том, что при $m = 0$ все создаваемые цепи будут безызбыточными. Однако это не так. Условие $m = 0$ всего лишь определяет, что такие системы описываются уравнением подвижности А.П. Малышева, и это условие является необходимым, но не достаточным. Достаточным оно будет лишь в том случае, когда создаются одноконтурные кинематические цепи [11], т.е. цепи с двумя выходами на стойку, например шарнирный четырехзвенник.

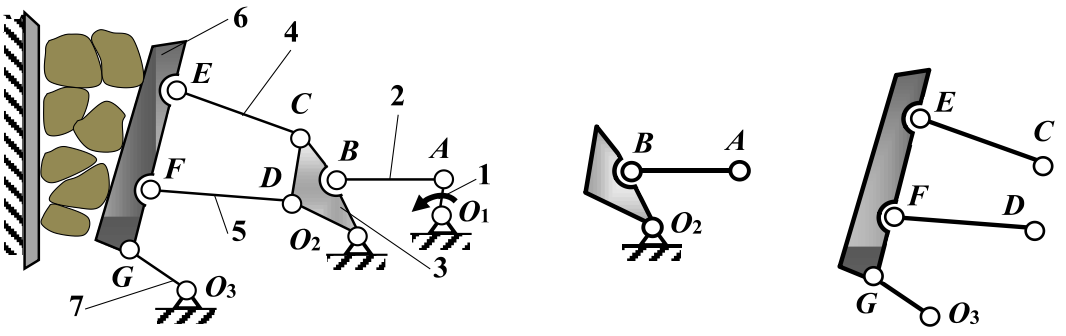


Рис. 1. Структура щековой дробилки и её структурные элементы

Число избыточных связей по (1) в рассматриваемой структуре механизма дробилки $q = 3(10-7) = 9$. Используя преимущества плоской и пространственной структур, а именно, то, что механизмы третьего семейства имеют наименьшее число звеньев по сравнению с пространственными, но являются избыточными по связям, а пространственные являются самоустанавливающимися, т.е. $q = 0$, но состоят из большего числа подвижных звеньев, переведем структуру плоского восьмизвенного механизма дробления в пространственную, без увеличения числа звеньев.

Рассматриваемая структура механизма не является одноконтурной, и при решении задачи исключения избыточных связей в более сложных цепях [11] условие (1) оказывается недостаточным, так как необходимо обеспечить отсутствие избыточных связей не только в механизме в целом, но и в каждой группе Ассура, входящей в его состав. Применим для решения поставленной задачи универсальный метод исключения избыточных связей с адресной заменой шарниров на кинематические пары более высоких классов [11]. Метод содержит шесть этапов решения. На первом этапе, при заданном общем числе подвижных звеньев и подвижности цепи, определяются числа всех кинематических пар по системе (2) от первого (p_1) до пятого (p_5) классов, из которых должна состоять без избыточных связей в целом исследуемая кинематическая цепь. Это решение является общим структурным решением кинематической цепи внутри нулевого семейства ($m = 0$):

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 + p_1 = \dfrac{3n - W}{2}, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1 = 6n - W. \end{cases} \quad (2)$$

Если при решении использовать кинематические пары p_3, p_4 и p_5, как наиболее простые в изготовлении, то система (2) примет вид

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = \dfrac{3n - W}{2}, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 6n - W. \end{cases} \quad (2.1)$$

Второй этап предусматривает декомпозицию кинематической цепи на замкнутые контуры и фрагменты. Количество декомпозиций определяется формулой Гохмана $r = (p - n)$, где r – число независимых замкнутых контуров.

В третьем этапе находятся числа используемых кинематических пар в каждом выделенном замкнутом контуре и фрагментах всех декомпозиций. В четвертом определяются комплексные решения выделенного замкнутого контура и фрагментов. В пятом этапе сравниваются комплексные решения декомпозиций с общими решениями внутри нулевого семейства с целью выявления совпадающих. Если совпадающими будут несколько вариантов решений, то предпочтение может быть отдано тому, в котором будут присутствовать наиболее простые в реализации кинематические пары.

В последнем (шестом) этапе, основываясь на выбранном варианте решения, составляются адресные уравнения, в которых слева записываются алгебраические суммы буквенных обозначений кинематических пар, входящих в состав контура или фрагмента, а справа – соответствующие им решения. Количество адресных уравнений определяется общим решением внутри нулевого семейства механизма и уравнениями частных решений декомпозиций, а именно, выделенных контуров и фрагментов.

Если решить систему уравнений (2.1) относительно количества кинематических пар третьего и четвертого классов, то получим

$$\begin{cases} p_4 = \dfrac{3n + W}{2} - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - W. \end{cases} \quad (3)$$

Рассматриваемый механизм содержит $n = 7$, $p_5 = 10$ и подвижность его $W = 1$, система (3) в этом случае примет вид

$$\begin{cases} p_4 = 11 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 1. \end{cases} \quad (3.1)$$

Эта система имеет пять целочисленных положительных вариантов решений, каждый из которых формально в целом удовлетворяет условию создания механизма без избыточных связей

1. $p_5 = 5, p_4 = 1, p_3 = 4$.

2. $p_5 = 4, p_4 = 3, p_3 = 3$.

3. $p_5 = 3, p_4 = 5, p_3 = 2$.

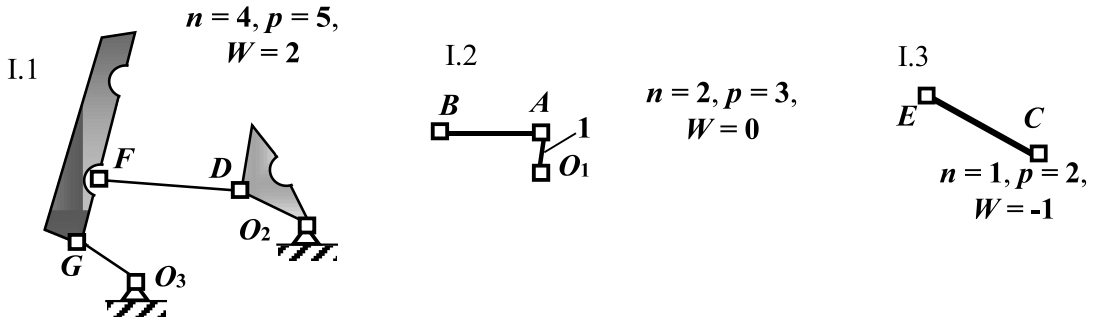
4. $p_5 = 2, p_4 = 7, p_3 = 1$.

5. $p_5 = 1, p_4 = 9, p_3 = 0$. (4)

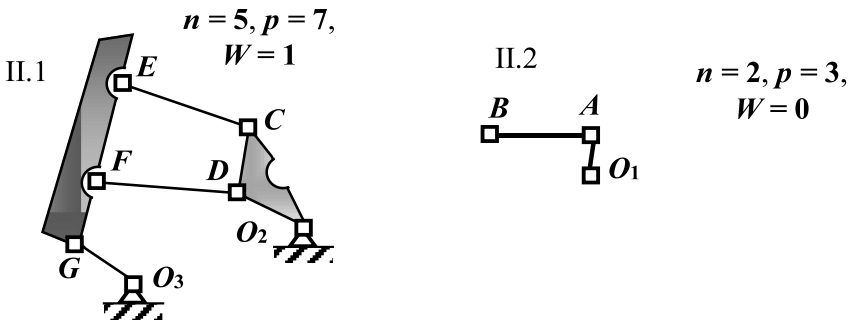
Для устранения избыточных связей не только в механизме, но и в каждой группе Ассура рассматриваемого механизма, проведем его декомпозицию на замкнутые контуры и дополняющие эти контуры фрагменты. Обратим внимание на то, что декомпозиция механизма на замкнутые контуры

и фрагменты является операцией вполне очевидной, но ответственной, и для различных механизмов требует часто вдумчивого подхода. На рис. 2 приведена декомпозиция исследуемого механизма, в котором кинематические пары показаны как виртуальные, которые подлежат идентификации.

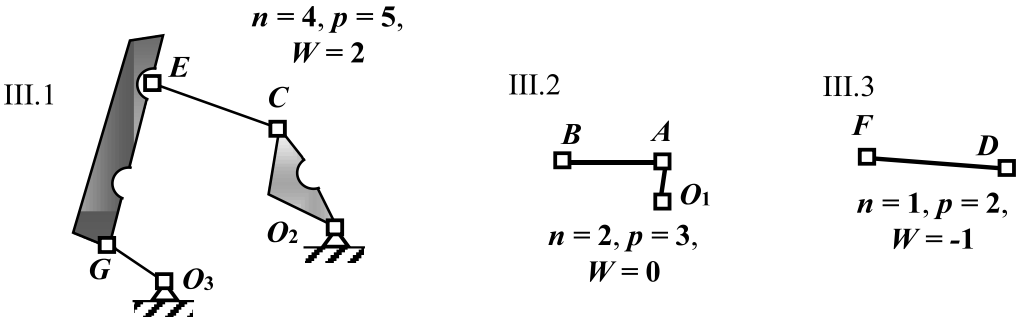
Для идентификации пар обозначим их соответствующими буквами (рис. 2) и в каждой декомпозиции рядом с замкнутым контуром и дополняющими его фрагментами приведем параметры чисел звеньев, кинематических пар, а также соответствующую им подвижность. Таким образом, задача сводится к тому, чтобы найти десять решений, определяющих положение пар p_k по адресам O_1, A, B, C, D, E, F, G, O_2, O_3, т.е. $p_A, p_B, p_C, p_D, p_E, p_F, p_G, p_{O1}, p_{O2}, p_{O3}$. Запишем в таблице соответствующие системы уравнений и их решения по (3), а также комплексные решения для каждой декомпозиции. Анализ приведенных в таблице решений показывает, что в первой декомпозиции комплексных решений два.



Первая декомпозиция



Вторая декомпозиция



Третья декомпозиция

Рис. 2. Декомпозиции механизма на контуры и фрагменты

Результаты решений декомпозиций механизма (рис. 2) по контурам и фрагментам

Декомпозиции	Системы уравнений (3)	Варианты решений систем уравнений (3)	Комплексные решения декомпозиций
I.1	$\begin{cases} p_4 = 7 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 2. \end{cases}$	1.1 $p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 1,$ 1.2 $p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 0.$	$p_5 = 4, p_4 = 3, p_3 = 3,$ $p_5 = 3, p_4 = 5, p_3 = 2.$
I.2	$\begin{cases} p_4 = 3 - 2p_5, \\ p_3 = p_5. \end{cases}$	1.3 $p_5 = 1, p_4 = 1, p_3 = 1.$	
I.3	$\begin{cases} p_4 = 1 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 + 1. \end{cases}$	1.4 $p_5 = 0, p_4 = 1, p_3 = 1.$	
II.1	$\begin{cases} p_4 = 8 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 1. \end{cases}$	2.1 $p_5 = 3, p_4 = 2, p_3 = 2,$ 2.2 $p_5 = 2, p_4 = 4, p_3 = 1,$ 2.3 $p_5 = 1, p_4 = 6, p_3 = 0.$	$p_5 = 4, p_4 = 3, p_3 = 3,$ $p_5 = 3, p_4 = 5, p_3 = 2,$ $p_5 = 2, p_4 = 7, p_3 = 1.$
II.2	$\begin{cases} p_4 = 3 - 2p_5, \\ p_3 = p_5. \end{cases}$	2.4 $p_5 = 1, p_4 = 1, p_3 = 1.$	
III.1	$\begin{cases} p_4 = 7 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 2 \end{cases}$	3.1 $p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 1,$ 3.2 $p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 0.$	$p_5 = 4, p_4 = 3, p_3 = 3,$ $p_5 = 3, p_4 = 5, p_3 = 2.$
III.2	$\begin{cases} p_4 = 3 - 2p_5, \\ p_3 = p_5. \end{cases}$	3.3 $p_5 = 1, p_4 = 1, p_3 = 1.$	
III.3	$\begin{cases} p_4 = 1 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 + 1. \end{cases}$	3.4 $p_5 = 0, p_4 = 1, p_3 = 1.$	

Первый вариант комплексного решения $p_5 = 4$, $p_4 = 3$, $p_3 = 3$ получился в результате сложения одинаковых кинематических пар решений 1.1, 1.3 и 1.4, т.е. ($p_5 = 3 + 1 + 0 = 4$; $p_4 = 1 + 1 + 1 = 3$ и $p_3 = 1 + 1 + 1 = 3$). Второй вариант решения $p_5 = 3$, $p_4 = 5$, $p_3 = 2$ получается сложением решений контура и фрагментов 1.2, 1.3 и 1.4, т.е. ($p_5 = 2 + 1 + 0 = 3$; $p_4 = 3 + 1 + 1 = 5$ и $p_3 = (0 + 1 + 1 = 2)$. Аналогичным образом получены комплексные решения для второй декомпозиции, их получилось три (при сложении 2.1 и 2.4; 2.2 и 2.4; 2.3 и 2.4), и третьей – две (при сложении 3.1, 3.3 и 3.4; 3.2, 3.3 и 3.4).

Сравнивая комплексные решения каждой декомпозиции с общими решениями внутри нулевого семейства механизма (4), совпадающими являются только два, это решения: $p_5 = 4$, $p_4 = 3$, $p_3 = 3$; $p_5 = 3$, $p_4 = 5$, $p_3 = 2$. Дальнейшее исследование проведем по варианту, когда $p_5 = 4$, $p_4 = 3$, $p_3 = 3$. Оно для первой декомпозиции является результатом сложения решений (1.1, 1.3 и 1.4), для второй – (2.1 и 2.4), для третьей – (3.1, 3.3 и 3.4) эти решения в таблице выделены подчеркиванием.

Составим систему уравнений, используя полученные результаты решений. Первое уравнение системы (5) соответствует второму общему решению (4) для всего механизма внутри нулевого семейства, второе – решению (1.1), третье – (1.3), четвертое – (1.4) первой декомпозиции. Пятое уравнение является решением (2.1), шестое – (2.4) второй декомпозиции, а седьмое – (3.1), восьмое – (3.3) и девятое (3.4) третьей декомпозиции. Отметим, что система (5) состоит из девяти уравнений, а число кинематических пар в рассматриваемом механизме десять.

Чтобы решить эту систему, необходимо обосновать еще одно уравнение. Как часто используется на практике, для более простой организации привода ведущее звено со стойкой O_1 соединим кинематической парой пятого класса.

Отметим, что принятое условие не противоречит полученной системе (5), так в её левой части, где присутствует это соединение, в правой – наличествует кинематическая пара пятого класса.

$$\begin{cases} p_{01}+p_A+p_B+p_C+p_D+p_E+p_F+p_G+p_{02}+p_{03}=4p_5+3p_4+3p_3, \\ p_{02}+p_D+p_F+p_G+p_{03}=3p_5+p_4+p_3, \\ p_{01}+p_A+p_B=p_5+p_4+p_3, \\ p_E+p_C=p_4+p_3 \\ p_{03}+p_G+p_E+p_C+p_F+p_D+p_{02}=3p_5+2p_4+2p_3, \\ p_{01}+p_A+p_B=p_5+p_4+p_3, \\ p_{03}+p_G+p_E+p_C+p_{02}=3p_5+1p_4+1p_3, \\ p_{01}+p_A+p_B=p_5+p_4+p_3, \\ p_F+p_D=p_4+p_3. \end{cases} \quad (5)$$

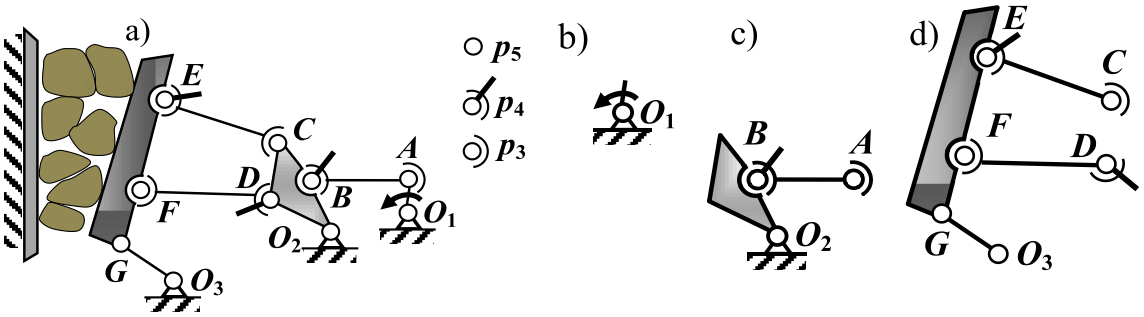


Рис. 3. Механизм без избыточных связей, условные изображения кинематических пар (a), ведущее звено (b), присоединяемые цепи (c, d)

Приступим к решению системы уравнений (5). Подставляя пятое уравнение системы в первое, получается, что $p_A + p_B = p_4 + p_3$. Тогда в системе (5) окажутся два уравнения, тождественных полученному решению – это третье и шестое уравнения. Следовательно, в соединениях p_A и p_B должны быть использованы пары p_4 или p_3. При подстановке девятого уравнения во второе находим, что $p_{02} + p_G + p_{03} = 3p_5$, т.е. в этих соединениях должны располагаться пары пятого класса. С учетом полученных решений система (5) имеет два тождественных уравнения: девятое и второе $p_F + p_D = p_4 + p_3$, а значит, $p_F = p_4$ или p_3, а $p_D = p_3$ или p_4. После идентификации кинематических пар в соединениях p_{01}, p_{02}, p_{03}, p_A, p_B, p_G, p_F и p_D система будет содержать три тождественных уравнения (первое, пятое и седьмое), а именно, $p_E + p_C = p_4 + p_3$, где также должны находиться кинематические пары либо третьего (трехподвижные), либо четвертого классов (двухподвижные).

Итак, поставленная задача решена до конца, а именно, адресная замена шарниров в плоском восьмизвенном механизме на кинематические пары третьего и четвертого классов позволила создать принципиально новый безызбыточный по связям механизм дробилки (рис. 3, a). Проанализируем исследуемый механизм на соответствие условию Ассура, по которому любой механизм создается путем присоединения к ведущему звену (рис. 3, b), последовательно двух групп нулевой подвижности (рис. 3, c, d).

Ведущее звено (рис. 3, b) ($n = 1$, $p_5 = 1$) имеет подвижность, определенную по формуле нулевого семейства $W = 6n - 5p_5 = 6 \cdot 1 - 5 \cdot 1 = 1$, т.е. это механизм без избыточных связей.

Цепь ABO_3 содержит два звена ($n = 2$), и по одной кинематической паре p_5, p_4 и p_3, её подвижность $W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 = 6 \cdot 2 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 0$, т.е. эта цепь есть пространственная группа нулевой подвижности – группа Ассура. Определим под-

вижность группы $CEFDGO_3$. С учетом того, что в её составе четыре звена ($n = 4$) и кинематические пары $p_5 = 2$, $p_4 = 2$ и $p_3 = 2$, $W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 2 = 0$, следовательно, и эта цепь является пространственной группой нулевой подвижности. И тогда, после присоединения этих групп к ведущему звену, весь механизм становится безызбыточным по связям, т.е. самоустанавливающимся, рациональным.

Заключение

Предложенный метод исключения избыточных связей в шарнирных механизмах является новым подходом к созданию структур механизмов с минимальным числом подвижных звеньев, не содержащих избыточных связей, в отличие от структур пространственных механизмов.

Кроме того, предлагаемая методика уже на этапе конструирования структурных схем позволяет решать вопрос об адресном расположении используемых кинематических пар для создания любых механизмов, в том числе и дробильных, без избыточных связей, а последующие кинематическое и силовое исследования позволят более точно определить требуемую мощность для технологического цикла и, как следствие, производить выбор электродвигателя без увеличения его мощности, по сравнению с существующими методиками расчета.

Список литературы

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкции, расчёт, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. 320 с.

2. Баранов В.Ф. Обзор дробильного и измельчительного оборудования основных производителей // Обогащение руд. 2012. № 3. С. 32–38.

3. Beloglazov I.I., Ikonnikov D.A. Computer simulation methods for process in jaw crusher. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic edition. National Research Tomsk Polytechnic University. 2016. Vol. 10. No. 14. P. 12074.

4. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О. К вопросу о повышении надежности функционирования щековых дробилок при дезинтеграции горных пород // Новое слово в науке. Перспективы развития материалы III Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 18 сентября 2015 г.). Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. С. 125–129.

5. Васильев А.С., Воронин И.А. Методология совершенствования щековых дробилок для дезинтеграции горных пород // Инновационные технологии в науке и образовании. 2017. № 1–2. С. 9–11.

6. Лапшинова Н.Р., Селиверстов Н.Д., Хоперскова Ю.С. Применение щековых дробилок со сложным движением щеки в дробильно-сортировочных и грануляционных системах // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 9. С. 26–30.

7. Васильев А.С., Шегельман И.Р., Щукин П.О., Суханов Ю.В. Особенности технических решений, повышающих эффективность производства щебня с использованием щековых дробилок // Интенсификация формирования и охраны интеллектуальной собственности: материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ПетрГУ (Петрозаводск, 17 июня 2015 г.). 2015. С. 22–24.

8. Петухов А.Н., Желобков П.С. Новое поколение щековых дробилок с высокой степенью дробления // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 3 (137). С. 55–59.

9. Дворников Л.Т., Макаров А.В. Щековая дробилка // Патент РФ 2142850. Патентообладатель ФГБОУ «Сибирский государственный индустриальный университет». 2004. Бюл. № 20.

10. Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин (курс лекций). М.: Высшее образование, 2019. 356 с.

11. Гудимова Л.Н., Дворников Л.Т. Основы теории избыточности связей в механизмах. Новокузнецк: ООО Полиграфист, 2019. 174 с.

УДК 65.011.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Железнов Э.Г., Комиссаров П.В., Цымай Ю.В.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург,
e-mail: eduardz76@mail.ru, komissarovp@yandex.ru, m-walua@yandex.ru

Эргатические системы управления относят к классу сложных систем, которые обладают свойствами нелинейности, нестационарности, непрерывности, стохастичности и рядом других. Эти свойства в том числе определяются наличием в составе системы, подсистемы «человек» и подсистем с использованием искусственного интеллекта. В связи с чем увеличиваются риски снижения надежности и эффективности функционирования. Возникает задача поиска и разработки наиболее адекватных методов анализа, описания и идентификации подобных систем. В качестве основного метода исследования сложных систем предложен системный анализ, который сочетает в себе весь спектр методов формализованного представления систем. В статье рассмотрена обобщенная методика системного анализа в приложении к исследованию эргатической системы управления. Отражены основные этапы системного анализа, раскрыты основные принципы и способы автоматизации систем управления. Представлены обобщенные структурные и функциональные модели эргатических систем управления. Предложены модели алгоритмов идентификации систем управления на этапах разработки и эксплуатации. Проведен обзор основных факторов, влияющих на эффективность эргатических систем управления, приведены возможные критерии оценки эффективности. Изложены возможные направления и варианты развития метода системного анализа сложных автоматизированных систем управления.

Ключевые слова: сложная система, эргатическая система, эффективность, системный анализ, идентификация

RESEARCH OF ERGATIC CONTROL SYSTEMS

Zheleznov E.G., Komissarov P.V., Tsymai Yu.V.
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St. Petersburg,
e-mail: eduardz76@mail.ru, komissarovp@yandex.ru, m-walua@yandex.ru

Ergatic control systems belong to the class of complex systems that have the properties of non-linearity, non-stationarity, continuity, stochasticity, and a number of others. These properties, among other things, are determined by the presence of the system, the «human» subsystem and subsystems using artificial intelligence. In this connection, the risks of reducing the reliability and efficiency of functioning increase. The problem arises of finding and developing the most appropriate methods of analysis, description and identification of such systems. As the main method of studying complex systems, system analysis is proposed, which combines the entire range of methods of formalized representation of systems. The article considers a generalized method of system analysis in the application to the study of the ergatic control system. The main stages of the system analysis are reflected, the basic principles and methods of automation of control systems are revealed. Generalized structural and functional models of ergatic control systems are presented. Models of algorithms for identifying control systems at the stages of development and operation are proposed. The review of the main factors influencing the effectiveness of ergatic control systems is carried out, and possible criteria for evaluating the effectiveness are given. Possible directions and options for the development of the method of system analysis of complex automated control systems are described.

Keywords: complex system, ergatic system, efficiency, system analysis, identification

Решением проблем функционирования системы «человек-среда-механизм», «человек-среда-машина» стали заниматься, сначала на интуитивном уровне, с тех пор как были созданы первые элементарные орудия труда. Чем сложнее становились способы механизации (и/или автоматизации) разнообразных функций, тем актуальнее становились задачи обеспечения эффективности и безопасности систем «человек-машина». С началом индустриального этапа развития человечества и последующей за ним научно-технической революцией появляется необходимость системных исследований фундаментальных основ взаимодействия и взаимосвязей человека и машины как субъектов трудовой деятельности. В результате к середине XX в. на стыке различных научных направлений (психологии, математики, медицины и т.д.) [1] возникает раздел науки о системах «человек-среда-машина», «человек и автомат», «много людей-среда-много машин» и т.п., названный инженерной психологией (в СССР) или «человеческие факторы» (human factors в США). Основным содержанием научных исследований становится комплексное изучение трудовой деятельности человека в системах «человек-техника-среда» (СЧТС) с целью обеспечения её эффективности, безопасности и комфорта [2, с. 6]. Терминология СЧТС закреплена в [3]. Начало XXI в. характеризуется бурным развитием информаци-

онных технологий в различных сферах [4; 5], в связи с чем меняется характер систем «человек-среда-машина», предлагаются новые методы управления в сложных эргатических (человеко-машинных) системах [6]. Внедрение элементов искусственного интеллекта (ИИ) [7] стирает жесткие границы функциональных характеристик подсистем «человек-оператор», «среда», «машина». Возникает необходимость описания и анализа эргатических (человеко-машинных) систем управления (ЭСУ) на современном этапе развития.

Целью данного исследования является поиск эффективного метода (методов) исследования эргатических систем управления применительно к сложным системам.

Материалы и методы исследования

В качестве основного метода исследования сложных организационно-технических систем (ОТС) предлагается использовать системный анализ, базирующийся на общей теории систем [8], который позволяет наиболее адекватно раскрыть совокупность свойств во взаимосвязи с внешними и внутренними процессами.

Системный анализ состоит из следующих основных этапов:

– анализ целей;
– функциональный анализ;
– структурный анализ;
– идентификация систем.

При необходимости следует выделить подэтапы и задачи. Последовательность выполнения этапов может варьироваться. В случае с гибкими или адаптивными системами управления исследование может иметь итеративный характер.

Результаты исследования и их обсуждение

Основным назначением ОТС является управление. Управление – это «функция организационных систем различной природы (биологических, социальных, физических), обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию их программ и целей» [9, с. 1379]. Технические системы реализуют функцию управления подсистемой регулирования, социально-технические и социальные – системой организационного управления, включающей в себя подсистемы «человек-оператор» и экспертные системы с использованием искусственного интеллекта (рис. 1).

Используя представления теории множеств, процесс управления можно формализовать в следующем виде:

$$M = \{P, R, C\},$$

где M (*management*) – процесс управления, P (*programming)* – функция программирования (целеполагания), R (*regulation*) – функция регулирования, C (*control*) – функция контроля.

Возможная модель реализации функций управления представлена на рис. 2.

Исходя из предложенной модели функций управления, можно выделить следующие задачи:

– задача управления целями (адаптация);
– задача управления параметрами (корректировка);
– задача управления сигналами (идентификация, интерпретация);
– задача оценки эффективности процесса управления.

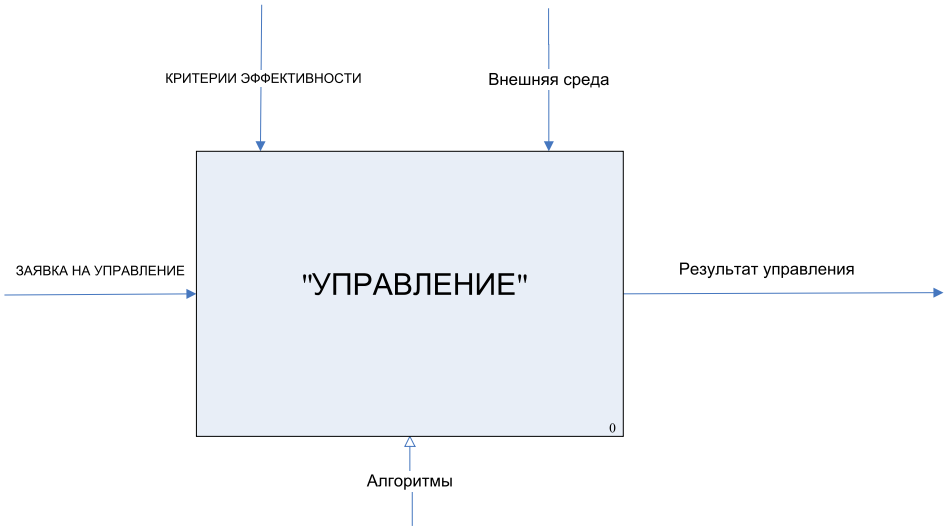


Рис. 1. Обобщенная модель управления

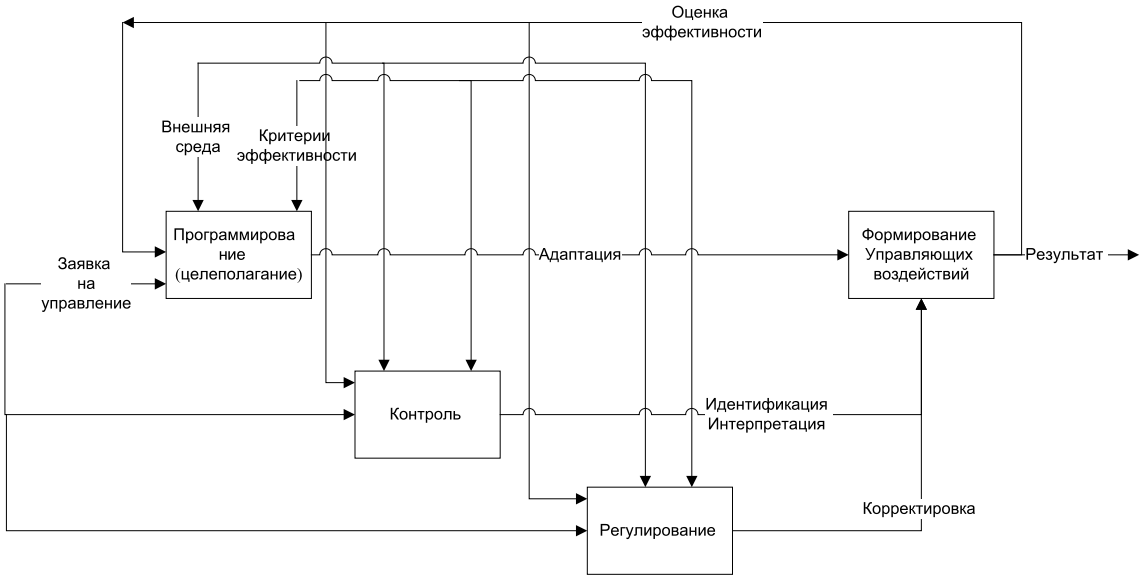


Рис. 2. Модель реализации функций управления

В современных эргатических системах часть функций частично или полностью автоматизирована. Степень автоматизации зависит от вида управляемой системы и её назначения. Существует несколько актуальных принципов автоматизации систем управления:

– принцип преимущественных возможностей [10], задачи управления решает та подсистема, эффективность которой выше;

– принцип взаимодополняемости человека и техники (технологии) [11], эффективность выполнения задач управления повышается путем комбинирования (синергии) подсистем «человек» и «автоматика» друг другом;

– принцип активного оператора [12], эффективность процесса управления определяется эффективностью подсистемы «человек-оператор»;

– принцип взаимного резервирования оператора и автоматических систем управления [13], эффективность управления поддерживается возможностью реализации различных режимов управления: автоматический, полуавтоматический, ручной.

Реализацию основных принципов автоматизации можно осуществить следующими методами распределения функций между человеком и техникой (технологиями):

– статический (строго распределенный)

$$S_{АСУ} = \text{const}$$

– динамический (адаптивный)

$$S_{АСУ} = f(T_1, T_2, \ldots T_N).$$

Выбор метода распределения функций управления зависит от степени автоматизации (интеллектуализации) и этапа жизненного цикла эргатической системы управления. Чем больше участие подсистемы «человек-оператор» в процессе управления, тем более гибким может быть метод распределения функций управления.

Структура эргатической системы управления (ЭСУ) формируется исходя из целей управления и оптимальности, с точки зрения выбранного критерия (критериев) эффективности.

$$S_{АСУ} = f\{(T_1, T_2, \ldots T_n), (K_1, K_2, \ldots K_n)\},$$

где $T_1, T_2, \ldots T_n$ – множество целей, $K_1, K_2, \ldots K_n$ – множество критериев эффективности.

Стандартная структура эргатической системы управления показана на рис. 3.

Управление осуществляется комбинированием фундаментальных принципов управления: принципа программного управления, принципа компенсации и принципа обратной связи [8]. Структурный анализ ЭСУ выражается в формализации всех видов структур функциональных подсистем при помощи языков математического и/или имитационного моделирования. Элементы и связи ЭСУ должны соответствовать основным функциям процесса управления с необходимым уровнем эффективности. Эргатические системы управления априори являются адаптивными, поэтому структура системы должна обладать определенной гибкостью. Результатом структурного анализа может быть создание одной или не-

скольких моделей эргатической системы. Современные информационные системы позволяют автоматизировать этот процесс.

Идентификация системы выражается в определении количественных и качественных характеристик основных показателей эффективности, которые, в свою очередь, формируются на основании критерия (критериев) эффективности (рис. 4).

В качестве основных методов идентификации сложных систем управления авторы предлагают использовать методы исследования операций.

Среди основных критериев эффективности ЭСУ можно выделить:

– оперативность управления;

– обоснованность принимаемых решений;

– стоимость (количество ресурсов, необходимых для реализации процесса управления).

Следует подчеркнуть, что приведенные критерии комплексные, поэтому для упрощения анализа можно провести декомпозицию каждого критерия на составляющие, наиболее адекватные конкретной системе управления. Формализацию процесса управления можно реализовать при помощи первичных, частных или комплексных сетевых моделей. Они позволяют рассчитать эффективность ЭСУ по критериям оперативности и стоимости управления.

Основные группы факторов, влияющих на эффективность ЭСУ, показаны на рис. 5.

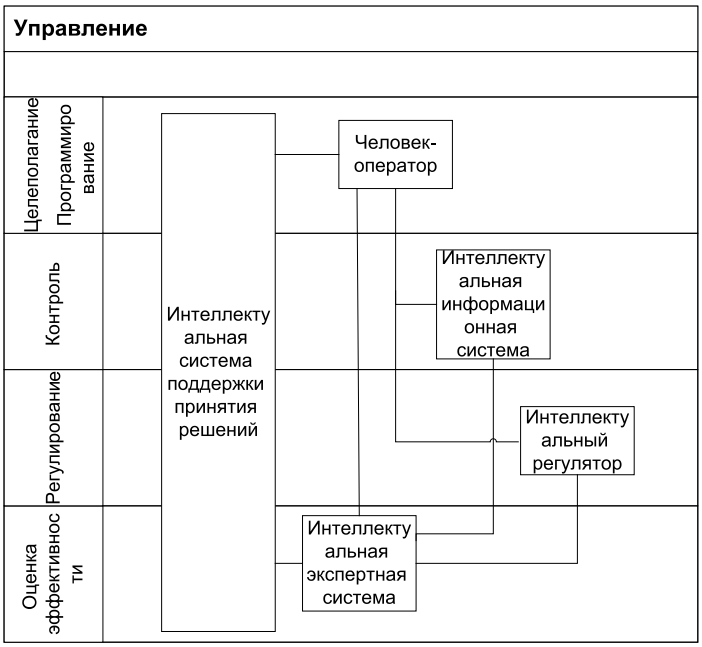


Рис. 3. Возможная модель структуры эргатической системы управления

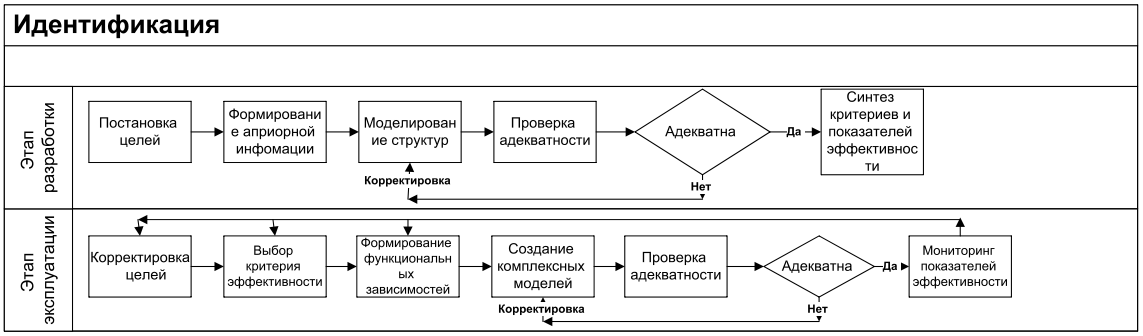


Рис. 4. Возможные модели алгоритмов идентификации систем управления на этапах разработки и эксплуатации

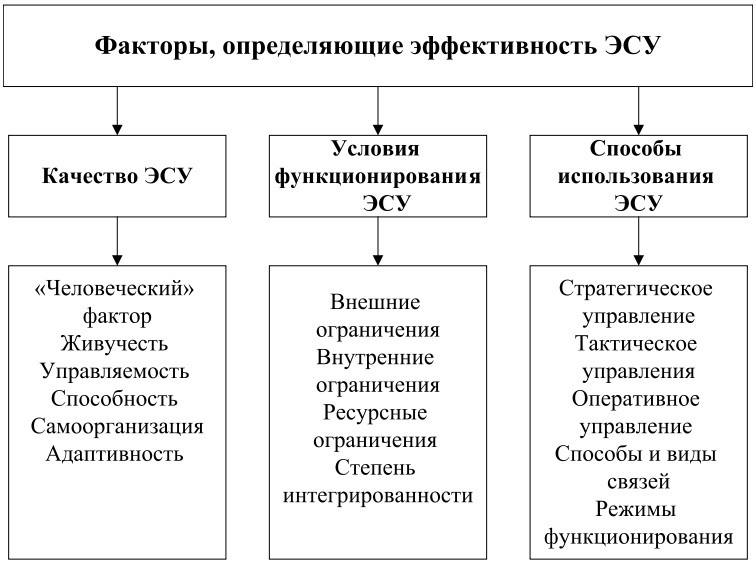


Рис. 5. Обобщенная схема факторов, влияющих на эффективность ЭСУ

Семантическое и структурное содержание факторов можно установить на этапе создания математической модели эффективности исследуемой системы управления. Поскольку эргатические системы являются адаптивными, часть показателей должна идентифицироваться непрерывно. Возможным вариантом решения этой задачи может быть повышение интеллектуализации контура управления.

Заключение

Сложные системы, к которым относятся и эргатические системы управления, обладают уникальными свойствами, позволяющими им решать нестандартные задачи в условиях высокой неопределенности. В связи с этим такие системы требуют создания адекватных методик оценки эффективности их функционирования. Решить подобную задачу можно, по мнению авторов, с помощью реализации концепции адаптивизации [14], которая основывается на фундаментальных принципах системного анализа и прогностики: системности, согласованности, непрерывности, вариантности, верифицируемости, рентабельности. Суть концепции, применительно к задачам исследования сложных систем, заключается в использовании всей имеющейся информации (априорной, текущей, прогнозной) для идентификации системы и выработке оптимальных управляющих воздействий. Развитием методики системного анализа, в рамках концепции адаптивизации, может стать эволюционное моделирование [15].

Список литературы

1. Федосеева А.В. Основные методы эргономического анализа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 5-4. С. 139–141.

2. Эргономика: учебник/ Под ред. Крылова А.А., Суходольского Г.В. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. 184 с.

3. ГОСТ 26387-84 Система «человек-машина». Термины и определения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200009516 (дата обращения: 15.03.2021).

4. Дунаева Т.Ю., Гараев А.А. Информационные технологии в развитии современного информационного общества // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 3. С. 163–165.

5. Александров А.В. Информационные технологии в управлении // ПниО. 2015. № 4 (16). С. 76–82.

6. Сергеев С.Ф. Эргономика сложных систем: типы научной рациональности и энактивизм // Эргодизайн. 2019. № 4 (6). С. 156–161.

7. Пороховский А.А. Цифровизация и искусственный интеллект: перспективы и вызовы // Экономика. Налоги. Право. 2020. № 2. С. 84–91.

8. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2006. 511 с.

9. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Сов. Энциклопедия, 1983. 1600 с.

10. J.C.F. de Winter, D. Dodou. Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation. Cognition, Technology & Work. 2014. V. 16. № 1. P. 1–11.

11. Костин А.Н. Гибкое изменение степени автоматизации как средство распределения функций между человеком и автоматикой // Институт психологии Российской Академии Наук. Организационная психология и психология труда. 2018. Т. 3. № 3. С. 218–232.

12. Ломов Б. Психическая регуляция деятельности. Избранные труды. Litres, 2019. 1048 с.

13. Костин А.Н. Инженерно-психологическая стратегия автоматизации управления робомобилем // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. 2018. С. 74–87.

14. Железнов Э.Г., Ефименко С.В., Соклакова С.Ю. Особенности применения моделей на основе теории нечетких множеств при исследовании сложных эргатических систем // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 7. С. 35–39.

15. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. М.: Физматлит, 2003. 432 с.

УДК 621.9.04

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-СТРОЧНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТЕРЖНЕВЫМ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТОМ

Зайцев А.Н., Житников В.П.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: alexandr_zaytsev@mail.ru

В последние десятилетия возрос интерес к использованию электрофизических и электрохимических методов обработки с использованием современных технологических схем многокоординатной генерации сложных поверхностей инструментами простой геометрической формы. Примерами могут служить технологические схемы электрохимической обработки, осуществляемой посредством многокоординатного движения непрофилированного (стержневого, проволочного) электрода-инструмента. Повышение эффективности практического применения данных технологий требует решения ряда оптимизационных задач, связанных с выбором параметров режима и условий обработки. Рассмотрена одна из перспективных технологических схем многопроходной последовательно-строчной электрохимической обработки сложнофасонных поверхностей деталей с использованием непрофилированного стержневого электрода-инструмента с полусферическим рабочим торцом, позволяющая в автоматическом режиме обеспечить изготовление деталей с финишными показателями точности и качества поверхности и без применения ручного труда. Применительно к данной схеме разработана математическая модель процесса и рассмотрена задача оптимального выбора параметров режима, при которых для заданного количества проходов достигается минимальное суммарное время обработки детали с заданной точностью, шероховатостью и глубиной измененного поверхностного слоя. Полученные модели могут быть рекомендованы для практических технологических расчетов выбора режимов обработки при проектировании технологии.

Ключевые слова: электрохимическая обработка, стержневой электрод-инструмент, оптимизация

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF SEQUENTIAL STRING ELECTROCHEMICAL MACHINING WITH ROD-TYPE TOOL ELECTRODES

Zaytsev A.N., Zhitnikov V.P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Ufa State Aviation Technical University», Ufa, e-mail: alexandr_zaytsev@mail.ru

In recent decades, there has been increased interest in electrophysical and electrochemical machining methods using advanced technological schemes for multi-coordinate generation of complex surfaces by tools of simple geometric shape. These include technological schemes of electrochemical machining performed by multi-coordinate movement of a plane (rod- or wire-type) tool electrode. To improve the efficiency of their practical application, these technologies require solving a number of optimization tasks associated with the choice of mode parameters and processing conditions. We considered one of the most promising technological schemes of multi-pass sequential string electrochemical machining of complex-shaped surfaces of parts using a plane rod-type tool electrode with a hemispherical working end, which allows to automatically ensure the production of parts with finishing indicators of accuracy and surface quality without manual intervention. For this scheme we developed a mathematical model of the process and analyzed a task of optimal choice of the mode parameters, under which the minimum total machining time with given accuracy, roughness and depth of the changed surface layer for the given number of passes is achieved. These models can be recommended for practical technological calculations of the choice of machining modes when designing the technology.

Keywords: electrochemical machining, rod-type tool electrode, optimization

В последние десятилетия возрос интерес к использованию электрофизических и электрохимических методов обработки (ЭМО) с применением современных технологических схем генерации поверхности. Примерами могут служить технологические схемы электрохимической обработки, осуществляемые посредством многокоординатного движения непрофилированного (стержневого, проволочного) электрода-инструмента (ЭИ) [1–3]. Повышение эффективности практического применения данных технологий требует решения ряда оптимизационных задач, связанных с выбором параметров режима и условий обработки. Актуальной в связи с этим является задача поиска оптимальных, с точки зрения времени обработки, режимов многопроходной последовательно-строчной электрохимической обработки.

Цель исследования: разработка математической оптимизационной модели процесса последовательно-строчной многопроходной электрохимической обработки стержневым ЭИ с полусферическим рабочим торцом; использование этой модели для решения задачи оптимизации параметров режима многопроходной обработки в целях достижения минимального времени на выполнение операции.

Описание технологии и математическая модель

Обработка, снятие припуска осуществляются по технологической схеме последовательно-строчной электрохимической обработки (ЭХО) непрофилированным электродом-инструментом с полусферическим рабочим торцом [4].

Сущность технологической схемы состоит в следующем: стержневой ЭИ с полусферическим рабочим торцом радиуса r_t и изолированной державкой, соединенный с отрицательным полюсом источника питания, двигаясь со скоростью V_k по зигзагообразной последовательно-строчной траектории с шагом строк Δy и с зазором s над обрабатываемой поверхностью заготовки, соединенной с положительным полюсом источника питания, снимает слой металла – припуск z (рис. 1а). В межэлектродный промежуток (МЭП) подается электролит под давлением P.

Для расчета поперечного профиля единичного следа z(y), который образовался при движении НЭИ вдоль прямой y = 0, z = a из минус бесконечности до точки (0, 0, a) может быть использована формула [4], рис. 1б:

$$z(y) = -\frac{K_{ecm}\eta_a a N}{2\pi V_k}\int_{-\infty}^{0}\frac{dx_0}{\left[(x-x_0)^2+y^2+a^2\right]^{3/2}}, \quad (1)$$

где

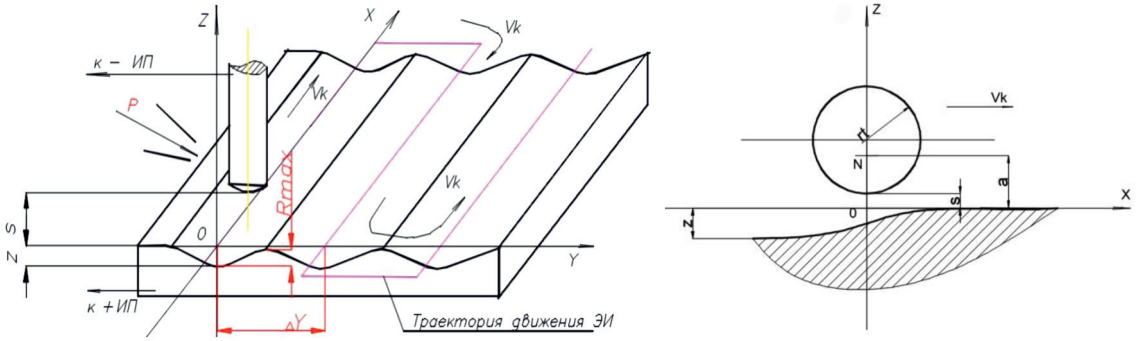
$$N = 2\pi(U+\varphi_c-\varphi_a)\frac{a^2-s^2}{s}, \quad (1а)$$

$$K_{ecm} = \frac{M_a}{\rho_a n_a F}\nu, \quad (1б)$$

$$a = \sqrt{1{,}5r_t s + s\sqrt{2{,}25r_t^2 + s^2 + r_t s}}, \quad (1в)$$

M_a – атомная масса металла анода, кг/моль; n_a – валентность металла анода; F – число Фарадея 96500, Кл/моль; ν – электропроводность электролита, См/м; ρ_a – плотность растворяемого материала анода, кг/м^3; η_a – выход по току; a – расстояние до эквивалентного источника, м; N – интенсивность источника, Вм, рис. 1б; φ_c, φ_a – электродные потенциалы катода и анода соответственно, В.

Ранее, в работе [5], нами была проведена оценка погрешности разработанной модели, показавшая, что модель позволяет с удовлетворительной точностью описывать процессы в наиболее интересной для практической области значений технологических параметров.



а) *б)*

Рис. 1. Схемы обработки: а – технологическая схема последовательно-строчной электрохимической обработки поверхности электродом-инструментом с полусферическим торцом; б – расчетная схема

Электродные потенциалы и анодный выход по току в общем случае являются функциями плотности тока. В настоящей работе мы принимаем $\eta_a(j) = \text{const}$ (что допустимо при использовании хлоридного электролита), электродные потенциалы катода и анода также приняты постоянными и равными $\varphi_c = 1{,}5$ В, $\varphi_a = 0{,}5$ В [6].

Из (1) при x, стремящемся к бесконечности (рис. 1б), получим форму сечения единичного следа после полного цикла обработки:

$$z(y) = -\frac{K_{ecm}\eta_a aN}{\pi V_k}\frac{1}{y^2 + a^2}. \qquad (2)$$

Скорость подачи электрода-инструмента V_k может быть определена из (2), если принять $y = 0$:

$$V_k = \frac{K_{ecm}\eta_a N}{\pi z(0) aq}, \qquad (3)$$

где $q = 1/ft_w$ – скважность импульсов тока (отношение периода следования импульсов к длительности импульса); t_w – длительность импульса тока; f – частота следования импульсов тока.

Форму поверхности детали, возникающую в соответствии со схемой (рис. 1а) при m-строчной обработке и при условии, что сдвиг траектории на каждом шаге производится по оси y на величину Δy, можно рассчитать по формуле:

$$Z(y) = -\sum_{k=1}^{m}\frac{1}{V_k} f\left(x - x_0, y - (k-1)y\right), \qquad (4)$$

где

$$f(y) = -\frac{K_{ecm}}{\pi a}\int_{-\infty}^{+\infty} E(x - x_0, y)\,\eta_a(j)\,dx_0, \qquad (4а)$$

где напряженность электрического поля в МЭП:

$$E(x, y) = \frac{aN}{2\pi\left[(x - x_0)^2 + y^2 + a^2\right]^{\frac{3}{2}}}. \qquad (4б)$$

При суммировании от $k = -\infty$ до $k = +\infty$ выражение (4) может быть преобразовано в вид:

$$z(y) = -\frac{K_{ecm}\eta_a N}{\pi V_k a}\frac{sh\left(\frac{2\pi a}{y}\right)}{ch\left(\frac{2\pi a}{y}\right) + \cos\left(\frac{y}{y}\right)}, \qquad (5)$$

Из (5) может быть получена формула для расчета высоты гребешка R_{max} (рис. 1а), образующегося при наложении двух соседних строк в зависимости от шага строк Δy:

$$R_{max} = \frac{2K_{ecm}\eta_a N}{\pi V_k y}\frac{1}{sh\left(\frac{2\pi a}{y}\right)}. \qquad (6)$$

Приняв в (6) R_{max} равным требуемой величине шероховатости Rz, можно определить необходимый шаг Δy расположения строк. При этом количество строк m зависит от ширины заготовки B и равно:

$$m = \frac{B}{\Delta y}, \qquad (7)$$

где m – количество строк; B – ширина детали, м; Δy – шаг строк, м.

На основе уравнений баланса энергии при прохождении тока электролиза через межэлектродный промежуток в течение времени t_w действия импульса тока, с учетом процессов Джоулева тепловыделения и катодного газовыделения, получим систему уравнений для расчета температуры T_t и относительного объемного газонаполнения c_g электролита [4]:

$$\begin{cases} \dfrac{dT_t}{dt_w} = \dfrac{U^2\nu}{c\rho(1 - c_g)s^2} \\ \dfrac{dc_g}{dt_w} = \varepsilon_H\dfrac{U}{s^2}\dfrac{R_g(T_0 + T_t)\nu}{PcM_H} \end{cases} \qquad (8)$$

$$\nu = \nu_0\left(1 + \alpha_T T_t\right)\left(1 - c_g\right)^{3/2}, \qquad (9)$$

где ν, ν_0 – текущая и начальная электропроводность электролита, См/м; α_T – температурный коэффициент проводимости электролита, 1/К; P – давление электролита в МЭП, Па; M_H – молярная масса водорода, кг/моль; ε_H – электрохимический эквивалент водорода, кг/Кл; ρ – плотность электролита, кг/м^3; c – теплоемкость электролита, Дж/кгК; c_g – относительное объемное газонаполнение; T_0, T_t – начальная и текущая температура электролита, К; t_w – длительность прохождения тока, с; R_g – универсальная газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К); s – межэлектродный зазор, м.

Из приведенной системы уравнений (7–9) может быть определена длительность импульса t_w, при которой ток через МЭП не прерывается в связи с заполнением электролита в нем газом или вскипанием. Приняв для заданных U и s в качестве максимально допустимого $c_g = 0{,}63$, время протекания тока t_w определим из решения системы уравнений при начальных условиях $t_w = 0$; $c_g = 0$; $T_t = 0$.

Из решения системы (7–9) следует, что проводимость ν электролита (как проводника второго рода) в начале импульса возрастает выше начальной в связи с влиянием температуры при нагреве Джоулевым теплом (рис. 2а) на проводимость электролита, а затем уменьшается в связи с возрастанием газонаполнения межэлектродного промежутка (рис. 2б) за счет выделяющегося при электролизе водорода (рис. 2в). В момент t_w достижения предельного газонаполнения МЭП проводимость электролита резко снижается, и ток прерывается.

Анализ решений системы уравнений (7–9) при изменении напряжения и зазора показывает, что увеличение напряжения U и уменьшение величины межэлектродного зазора s приводят к увеличению плотности тока в импульсе j_a (рис. 3а), но при этом и уменьшают его длительность t_w (рис. 3б). В связи с этим средняя плотность тока j_m за период следования импульсов (определяющая, в соответствии с законом Фарадея, производительность процесса) уменьшается с увеличением напряжения (рис. 3в).

При электрохимической обработке шероховатость Rz и глубина измененного слоя H (с растравом по границам зерен) на обработанной поверхности, как правило, уменьшаются с увеличением плотности тока j_a и могут быть, например, для сплавов на никелевой основе для j_a плотность тока, А/см^2 в диапазоне $5 \le j_a \le 80$ описаны следующими эмпирическими функциями для:

$$\mathrm{Rz}(j_a) = 5{,}745351 - 0{,}17618 j_a + 0{,}00144 j_a^2, \quad (10)$$

$$H(j_a) = 20{,}7077 - 0{,}39811 j_a + 0{,}00197 j_a^2, \quad (11)$$

где j_a – плотность тока, А/см^2; Rz – средняя высота микровыступов, мкм; H – глубина измененного слоя, мкм при $j_a > 80$, Rz = 0,7, $H = 0$.

Плотность тока j_a в формулах (10), (11) может быть определена по формуле для точки поверхности, расположенной на оси ЭИ ($x = 0$, $y = 0$, рис. 1а):

$$j_a = \nu_0 \cdot \frac{N}{2\pi a^2},$$

где j_a – амплитудная плотность тока, А/м^2; ν_0 – начальная электропроводность электролита, См/м; N – интенсивность источника, Вм, a – расстояние до эквивалентного источника, м.

Однако, как было показано выше, снять весь припуск при высокой плотности тока и получить финишные значения шероховатости малопроизводительно, так как это спряжено со снижением эффективной длительности импульса и, соответственно, снижением средней плотности тока (рис. 3а, 3б, 3в). В связи с этим целесообразно разделить припуск на части (рис. 4) и удалять его за соответствующее число проходов, удаляя каждый слой металла в каждом проходе на оптимальных по суммарному времени обработки t_{sum} режимах.

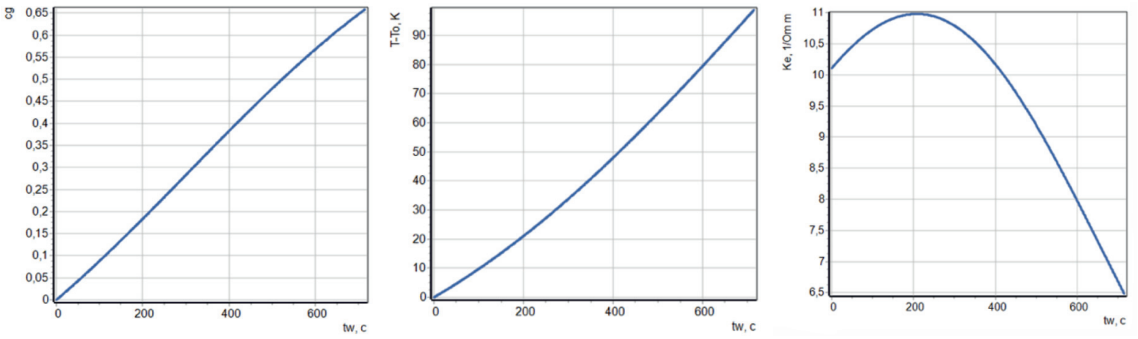
При нескольких проходах $i = 1, \ldots, n$ общее время обработки t_{sum} обработки складывается из суммы времен t_i удаления каждой части припуска:

$$t_{sum} = t_1 + t_2 + \ldots + t_n, \quad (12)$$

где

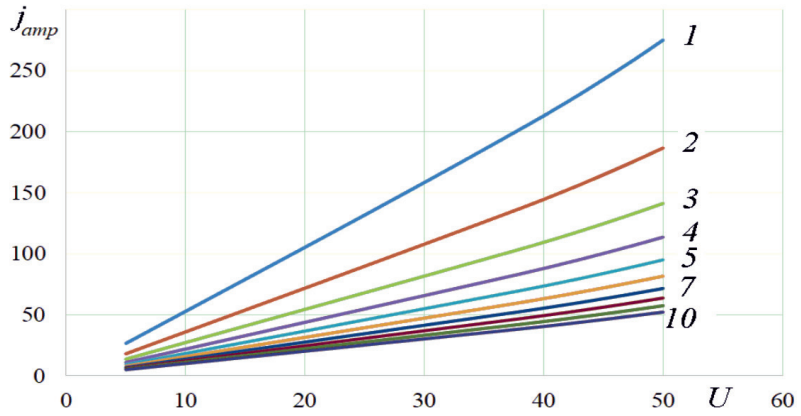
$$t_i = \frac{L}{V_{k_i}}, \quad (13)$$

где L – длина детали.

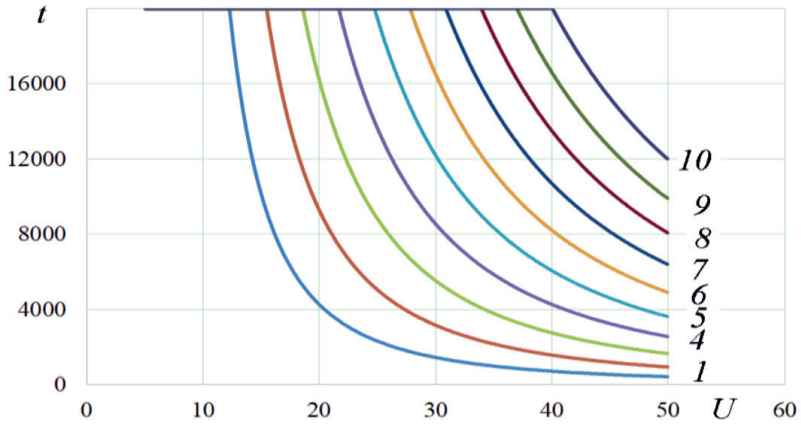


а) *б)* *в)*

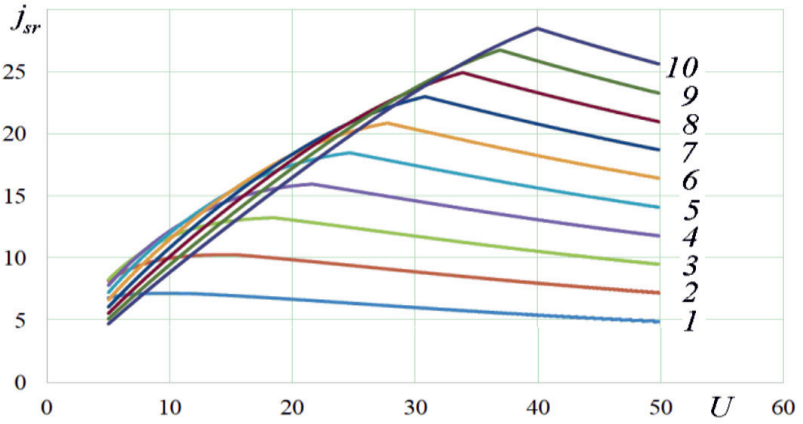
Рис. 2. Изменение относительного объемного газонаполнения c_g (а) и температуры T_t электролита (б) и проводимости ν электролита (в) от длительности t_w протекания тока: $\nu_0 = 10{,}1$, См/м; $P = 5 \cdot 10^5$, Па; $T_0 = 293$, К



а)



б)



в)

Рис. 3. Изменение выходных показателей процесса j_a, j_m, t_w при различных значениях напряжения U, В и величины зазора s, мкм: а – изменение амплитудной плотности тока в импульсе j_a, А/см^2; б – изменение длительности t_w прохождения тока (до достижения предельного газонаполнения c_g = 0,63), мкс; в – изменение средней (за период следования импульсов) плотности тока j_m, А/см^2. Во всех случаях начальная проводимость электролита v_0 = 10,1, См/м; P = 5·10^5 , Па; T_0 = 293 К; кривые 1–10 на всех графиках построены для разных величин зазоров от 50 до 550 мкм соответственно, с шагом 50 мкм

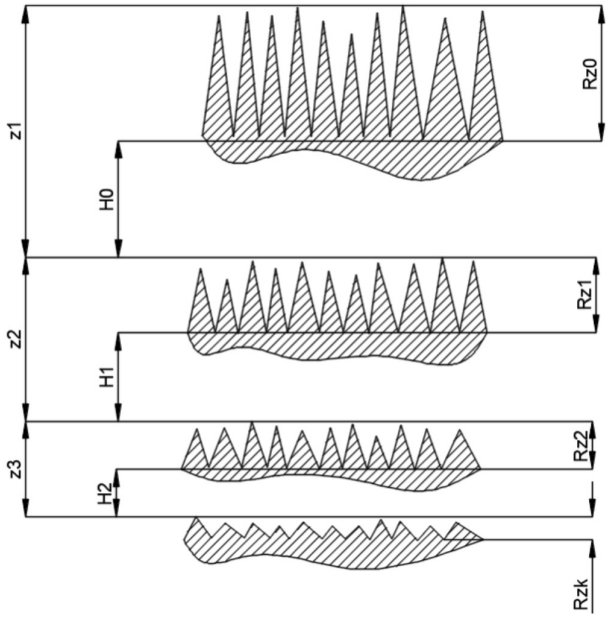


Рис. 4. Расчетная схема припусков для 3 проходов

На каждом *i*-м проходе ЭИ, движущегося над поверхностью с зазором s_i со скоростью V_{k_i}, формируется поверхность как результат наложения единичных следов, при этом снимается припуск z_j и формируется определенный профиль $z(y)$ (рис. 1) с шероховатостью Rz_i и глубиной измененного слоя H_i. На каждом последующем $i + 1$-м проходе ЭИ сдвигался в направлении обработанной поверхности до образования с ней по оси *O-Z* (в точке $y = 0$) величины зазора s_{i+1}.

Величина минимального припуска z_i, необходимого для удаления шероховатости и измененного слоя предшествующей *i*-1 поверхности для формирования новой *i*, может быть определена по формуле:

$$z_i \geq z_i^{\min} = \mathrm{Rz}_{i-1} + H_{i-1} + \varepsilon_i + \rho_{i-1}, \quad (14)$$

где H_{i-1} – глубина измененного слоя (в случае электрохимической обработки сплавов на никелевой основе это слои с растравом по границам зерен); Rz_{i-1} – высота микронеровностей профиля по 10 точкам; ρ_{i-1} – сумма отклонений для элементарной поверхности обрабатываемой заготовки на предшествующем переходе; ε_i – погрешность базирования заготовки на выполняемом переходе; индексы *i* и *i*-1 обозначают соответственно текущую и предшествующую обработку.

Поскольку при электрохимической обработке физический износ электрода-инструмента (катода) практически отсутствует, обработка будет вестись одним ЭИ с неизменной установкой в приспособлении при последовательном изменением режимов на проходах, величины ρ, ε принимаются равными нулю и учитываются на завершающей операции технологического процесса обработки детали.

Суммарное время t_{sum} удаления общего припуска при его разбиении на *n* частей

$$z_{sum} = \sum_{i=1}^{n} z_i$$

может быть определено как функция $t_{sum}\left(\bar{U}, s_0\right)$ по формуле:

$$t_{sum} = L\sum_{i=1}^{n} \frac{m_i}{V_{k_i}}, \quad (15)$$

$$V_{k_i} = \frac{K_{ecm}\eta_a N}{\pi a q z_i}, \quad (16)$$

где V_{k_i} – скорость подачи ЭИ на *i*-м переходе; m_i – число строк (определяется из выражения (6));
Rz_{i-1}, Rz_i – высота микронеровностей профиля для переходов *i*-1 и *i*.

Постановка задачи оптимизация

Дана заготовка с исходной поверхностью, эквидистантной к поверхности детали, имеющая начальную шероховатость Rz_0,

глубину измененного слоя H, погрешность Δz_0. Требуется получить деталь с шероховатостью не более Rz_n с измененным поверхностным слоем толщиной не более H_n и погрешностью не более Δz_n. Деталь обрабатывается за n проходов, при этом на каждом проходе снимается часть z_i общего припуска z_{sum}.

Задача оптимизации может быть сформулирована следующим образом: определить такие параметры (U_i, s_i) режима обработки на каждой части z_i припуска z_{sum} при заданном его разбиении на n частей, при которых суммарное время обработки, равное сумме времен удаления каждой части припуска $t_{sum} = \sum_{i=1}^{n} t_i$, будет минимально: $t_{sum} = t_{optimum}$, т.е.

$$t_{optimum} = \min_{\bar{U}, s_0} t_{sum}\left(\bar{U}, s_0\right),$$

при условиях:

$$Rz_k \le Rz_{max},\ Rz_i < Rz_{i-1},$$

$$H_k \le H_{max},\ H_i < H_{i-1},$$

$$\Delta z_i \le \Delta z_{max},\ \Delta z_i < \Delta z_{i-1},$$

и ограничениях на диапазоны изменения параметров режима (при разбиении диапазона на k частей):

$$U_{min} \le U_k \le U_{max},$$

$$s_{0_{min}} \le s_{0_k} \le s_{0_{max}}.$$

Для расчета Rz_i и T_i могут быть использованы эмпирические зависимости (10, 11).

Величина погрешности на текущем проходе Δz_i может быть определена на основе следующих соображений (рис. 5):

$$z_i = \left[s_2 + z_2(0)\right] - \left[s_1 + z_1(0)\right], \qquad (17)$$

где s_1, s_2 – соответственно зазоры между ЭИ и наиболее выступающей и наиболее вогнутой частями макрорельефа обрабатываемой поверхности; $z_1(0)$, $z_2(0)$ в соответствии с (2) – глубины следа ЭИ в точке $y = 0$ для зазоров, где s_1, s_2; $s_2 = s_1 + \Delta z_{i-1}$ соответственно.

Подставив из (2) в выражение (17) формулу для $z(y)$ при $y = 0$ для зазоров s_1, s_2, после преобразований получим:

$$z_i = z_{i-1} + \frac{K_{ecm}\eta_a}{\pi V_{ki}}\left(\frac{N_2}{a_2} - \frac{N_1}{a_1}\right),$$

где Δz_i, Δz_{i-1} – погрешность формы соответственно на данном и предшествующих проходах; N_1, N_2 – интенсивность источника (1а) для наименьшего и наибольшего зазоров соответственно, s_{1i-1}, s_{2i-1}; a_1, a_2 – расстояние до эквивалентного источника (1в), соответственно для наименьшего и наибольшего зазоров s_1, s_2.

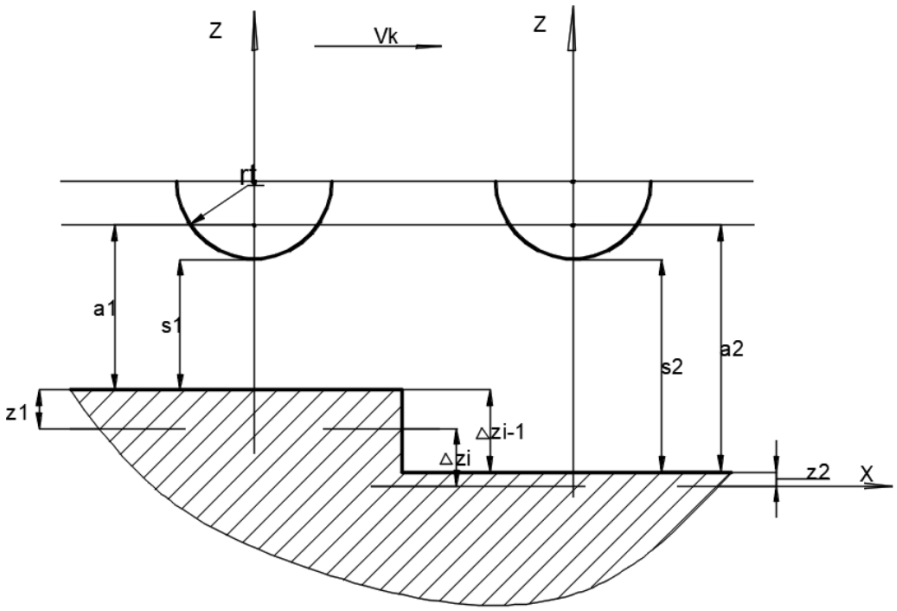


Рис. 5. Схема формирования погрешности

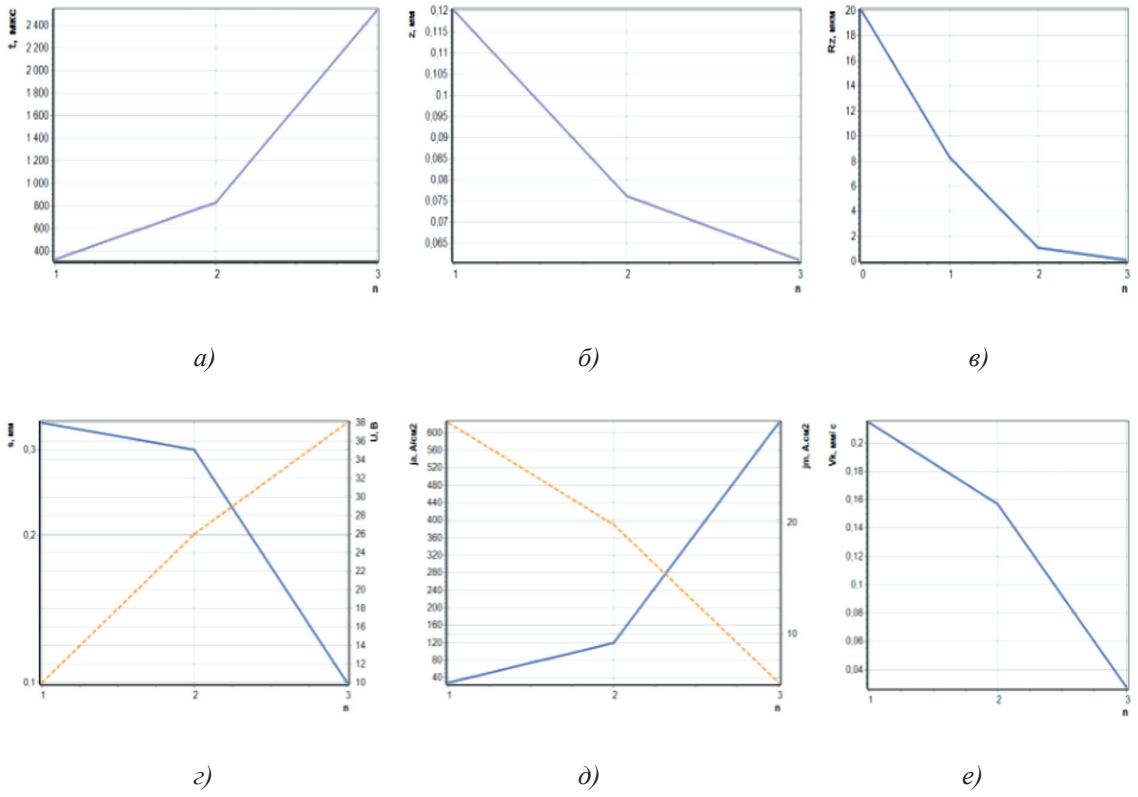


Рис. 6. Пример результатов расчета оптимальных режимов при трех (i = 1..n) проходах удаления суммарного припуска z_{sum}: а – время t удаления каждой i-й части припуска; б – величины припусков, снимаемых на каждом i-м проходе z_i; в – шероховатость обработанной поверхности, достигаемой на каждом i-м проходе Rz_i; г – величины межэлектродных зазоров s_i (сплошная кривая) и напряжений U_i (пунктирная кривая) на каждом проходе; д – амплитудная j_a (сплошная кривая) и средняя j_m за период (пунктирная кривая) плотности токов; е – скорость подачи ЭИ на каждом проходе Vk_i

Пример расчета оптимальных режимов при разбиении припуска на три ($n = 3$) части приведен на рис. 6. Расчет производился по представленной выше математической модели в следующих диапазонах входных параметров U_k, s_{0_k}, $k = 1, ..., m$,: ($m = 10$)

$$10 \le U_k \le 50, \text{ с шагом 10 В;}$$

$$50 \le s_{0_k} \le 500, \text{ с шагом 50 мкм.}$$

На рис. 6 показано изменение оптимальных параметров процесса при переходе от первого прохода к последнему.

Показано, в частности, что к последнему происходят увеличение напряжения U и уменьшение межэлектродного зазора s (рис. 6г), что вызвано требованиями снижения шероховатости Rz, измененного слоя H и погрешности Δz, соответственно изменению отношения U/s по уравнениям (7)–(9) увеличивается амплитудный j_a и уменьшается средний ток $j_m = f\int_0^{t_w} j_a dt$ (рис. 6д). При этом, несмотря на уменьшение припуска z (рис. 6б), уменьшается скорость подачи V_k (рис. 6е) и увеличивается время обработки t (рис. 6а).

Величины снимаемых припусков z_i на каждом проходе могут быть использованы для определения суммарного припуска z_{sum} при проектировании операционной заготовки.

Выводы

Разработана математическая модель последовательно-строчной многопроходной электрохимической обработки стержневым ЭИ с полусферическим рабочим торцом. Использование этой модели позволило поставить и решить задачу оптимизации параметров режима многопроходной обработки для достижения минимального времени выполнения операции.

Показано, что требование уменьшения шероховатости поверхности требует увеличения плотности тока, вместе с тем сред-

ний ток и скорость подачи соответственно увеличиваются, так как за счет процессов нагрева и вскипания электролита уменьшается эффективная длительность t_w действия тока.

Показано, что разбиение припуска на n частей позволяет снизить суммарное время обработки, так как дает возможность осуществить обработку первых слоев с наибольшей производительностью. Однако при увеличении количества проходов более $n > 3$ суммарное время существенно не изменяется.

Приведен пример расчета оптимальных параметров режима и припусков в практической области изменения параметров.

Работа проведена при финансовой поддержи по гранту РФФИ (код проекта 17-07-00356).

Список литературы

1. Yongbin Zeng, Qia Yu, Xiaolong Fang, Kun Xu, Hansong Li, Ningsong Qu Wire electrochemical machining with monodirectional traveling wire. Springer-Verlag, London, 2015. 347 p.

2. Qu Ningsong, Fang Xiaolong, Li Wei, Zeng Yongbin, Zhu Di Wire electrochemical machining with axial electrolyte flushing for titanium alloy. Chinese Journal of Aeronautics. 2013. No. 26 (1). P. 224–229.

3. Volgin V.M., Lyubimov V.V., Gnidina I.V., Davydov A.D., Kabanov T.B. Effect of Current Efficiency on Electrochemical Micromachining by Moving Electrode. Procedia CIRP. 2016. Vol. 55. P. 65–70. DOI: 10.1016/j.procir.2016.08.031.

4. Житников В.П., Зайцев А.Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. М.: Машиностроение, 2008. 413 с.

5. Зайцев А.Н., Житников В.П. Электрохимическая обработка выпуклости сварного соединения непрофилированным электродом-инструментом // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 7. С. 44–50.

6. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. Л.: Машиностроение, 1971. 544 с.

УДК 004.81

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРНОЙ СТРУКТУРЫ СЕКТОРА МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Солнцев О.В.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: ea-makarova@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы разработки технологии формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства (МСП) на основе метода главных компонент. Технология предполагает многократное проведение компонентного анализа данных с учетом их декомпозиции. Источниками данных являются бухгалтерский баланс предприятия и отчет о финансовых результатах. Предлагаемая технология анализа данных включает шесть этапов: предварительное формирование исходных данных для анализа; формирование уточненной выборки и ее декомпозиция с учетом разделов бухгалтерского баланса и их статей; далее три этапа анализа данных методом главных компонент на выборках, полученных по результатам декомпозиции; формирование интегральной выборки, усеченной интегральной выборки и их анализ методом главных компонент. Выявлены структуры сектора МСП в различных пространствах признаков. Показано, что они являются поляризованными. Сформулированы характеристики построенных кластеров. Построены квадранты-кластеры для усеченной интегральной выборки предприятий, и дана оценка кредитования предприятий этих квадрантов-кластеров с учетом их интегральных характеристик. Предложенная технология применяется для разработки системы информационной поддержки процедур анализа финансового состояния предприятий МСП и принятия решений о возможности их кредитования.

Ключевые слова: предприятие, малое и среднее предпринимательство, метод главных компонент, кластер, структура, кредитование

TECHNOLOGY OF FORMING THE CLUSTER STRUCTURE OF THE SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS SECTOR BASED ON THE PRINCIPAL COMPONENTS METHOD

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Solntsev O.V.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: ea-makarova@mail.ru

The article deals with the development of technology for the formation of the cluster structure of the small and medium-sized enterprises (SMEs) sector based on the principal component method. The technology involves multiple application of principal component method for data, taking into account their decomposition: The data sources are the company's balance sheet and the report on financial results. The proposed data analysis technology includes six stages: preliminary formation of initial data for analysis; formation of a refined sample and its decomposition taking into account the sections of the balance sheet and their articles; next, there are three stages of data analysis by the principal component method on the samples obtained from the decomposition results; the formation of an integral sample, a truncated integral sample, and their analysis by the principal component method. The structures of the SME sector in different feature spaces are identified. It is shown that they are polarized. The characteristics of the constructed clusters are formulated Squares-clusters are constructed for a truncated integral sample of enterprises, and the risk of crediting enterprises of these quadrants-clusters is estimated, taking into account their integral characteristics. The proposed technology is used to develop a system of information support for procedures for analyzing the financial condition of SMEs and making decisions about the possibility of lending to them.

Keywords: enterprise, small and medium-sized enterprises, principal component method, cluster, structure, lending

Для российской экономики в последние пять лет характерна негативная тенденция демографии организаций, согласно которой увеличивается количество ликвидированных организаций и одновременно снижается количество регистрирующихся организаций. Так, если в 2015 г. отношение ликвидированных организаций к зарегистрированным составляло 0,66, то в среднем за 2016–2019 гг. – 1,87. Государственная поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства также демонстрирует отрицательную динамику. Главным источником формирования инвестиций в основной капитал являются собственные средства, доля банковских кредитов в формировании инвестиций составляет 8–12 % [1–3].

Динамика статистических данных по банковскому сектору за 2016–2019 гг. позитивна: объем выданных предприятиям кредитов растет, объем просроченной задолженности падает [2, 3]. Однако если рассматривать динамику показателя в виде отношения объема просроченной задолженности к количеству предприятий, получивших кредит, то данный показатель демонстрирует рост. Это свидетельствует о том, что банки в последние годы проявляют более лояльное отношение к кредитованию предприятий, однако при этом чаще допускают ошибки в процессе принятия

решений о выдаче кредита. Наибольшие риски присущи процессу кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства, активизация развития которых могла бы обеспечить положительную динамику многих социально-экономических показателей, таких, например, как валовая добавленная стоимость, занятость, доходы населения. Перечисленные факторы приводят к необходимости обеспечения информационной поддержки процедур анализа финансового состояния предприятий малого и среднего бизнеса за счет формирования кластеров предприятий, сходных по своим характеристикам, важных с точки зрения предоставления кредита.

Цель проводимых исследований состоит в разработке технологии формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства на основе применения метода главных компонент для обеспечения информационной поддержки процедур анализа финансового состояния предприятий и принятия решений о возможности их кредитования.

Материалы и методы исследования

Предлагаемая технология формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства (МСП) включает следующие этапы.

На первом этапе выполняется предварительное формирование исходных данных для компонентного анализа. Источником являются открытые данные по бухгалтерской отчетности всех предприятий РФ [4], из которых выделены предприятия, относящиеся к сектору МСП в соответствии с постановлением Правительства РФ [5]. Предварительная выборка включает более 130 тысяч строк (объектов – предприятий сектора МСП), столбцов (признаков, характеризующих финансовое состояние предприятий) более 250. В предварительной выборке в качестве признаков используются элементы следующих видов отчетности: «Бухгалтерский баланс предприятия», «Отчет о финансовых результатах», «Отчет об изменениях капитала», «Отчет о движении денежных средств», «Отчет о целевом использовании полученных средств».

На втором этапе проводится формирование уточненной выборки путем выделения признаков, необходимых для анализа, а также выполняется декомпозиция уточненной выборки. Сокращение состава признаков основано на анализе составляющих различных коэффициентов, которые используются для определения финансовой устойчивости, кредитоспособности предприятия, а также различных методик оценки кредитоспособности предприятий [6]. Показано, что в основном используются данные отчетности «Бухгалтерский баланс предприятия», остальные отчетности используются реже. Поэтому принято решение о достаточности для проведения анализа ряда статей из двух видов отчетностей: «Бухгалтерский баланс предприятия» и «Отчет о финансовых результатах».

По результатам декомпозиции уточненной выборки сформированы три выборки V_1, V_2 и V_3, используемые для применения метода главных компонент [7].

На третьем этапе проводится анализ данных методом главных компонент для первой выборки V_1. В выборке V_1 присутствуют следующие признаки: внеоборотные активы, оборотные активы, суммарные активы, основные средства, валовая прибыль (убыток), чистая прибыль (убыток). Цель исследования данной выборки состоит в анализе соотношения статей первых двух разделов баланса с привлечением показателей прибыльности предприятий из отчета о финансовых результатах [4].

По результатам расчета весовых коэффициентов признаков (табл. 1) выборки V_1 и построения главных компонент (ГК) сформированы обобщенные названия ГК. Первая главная компонента F_{11} определяется признаками «Внеоборотные активы», «Суммарные активы», «Основные средства», ее обобщенное название – «Активы предприятия с учетом основных фондов». Вторая ГК F_{12} определяется признаками «Валовая прибыль (убыток)», «Чистая прибыль (убыток)», ее обобщенное название – «Прибыльность предприятия».

Таблица 1

Весовые коэффициенты признаков для ГК выборки V_1

Название признака	Главная компонента F_{11}	Главная компонента F_{12}
Внеоборотные активы	**0,567353**	0,0535132
Оборотные активы	0,291254	0,0439526
Суммарные активы	**0,595291**	0,0619766
Основные средства	**0,477979**	0,0366103
Валовая прибыль (убыток)	-0,0492439	**0,706189**
Чистая прибыль (убыток)	-0,0895649	**0,700943**

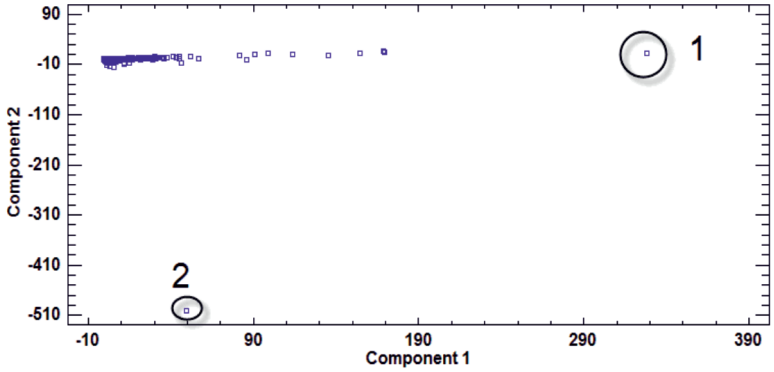


Рис. 1. Распределение предприятий сектора МСП в пространстве двух ГК (выборка V_1)

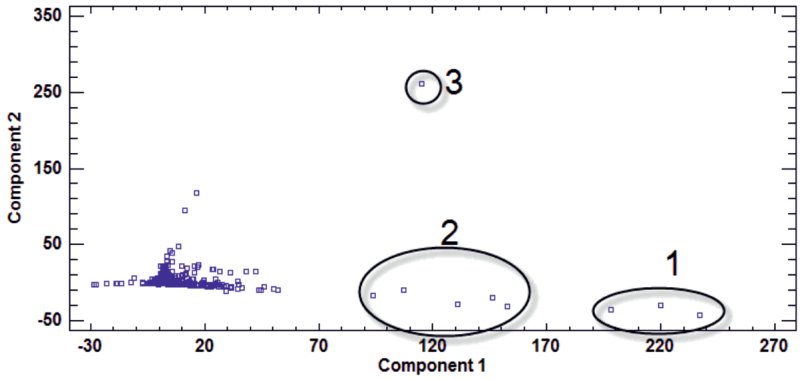


Рис. 2. Распределение предприятий сектора МСП в пространстве двух ГК (выборка V_2)

Построена диаграмма рассеивания (рис. 1), которая свидетельствует о наличии сильно поляризованной структуры сектора МСП. Большинство предприятий сконцентрировано в левой верхней области (области с малыми активами и достаточно высокой прибыльностью) в виде длинного узкого облака, плотность которого снижается в направлении слева направо (в сторону повышения объемов активов, в том числе и основных фондов). Отдельно отстоят два одиночных кластера, первый из которых (кластер 1) характеризуется очень большими по объему активами предприятия с учетом основных фондов и средней прибыльностью предприятия, а второй кластер (кластер 2) – малыми по объему активами с учетом основных фондов и очень малой прибыльностью. Предприятия этих кластеров составляют множество объектов Dt, предназначенных для исключения из выборки на последующих этапах анализа.

На четвертом этапе выполняется анализ данных методом главных компонент для второй выборки V_2. На данном этапе анализировались следующие признаки: капитал и резервы, уставный капитал, внеоборотные активы, запасы, денежные средства и денежные эквиваленты. Цель исследования второй выборки состоит в анализе соотношений выделенных статей первых трех разделов бухгалтерского баланса [4].

Выполнено построение ГК и сформированы для них обобщенные названия на основе анализа вычисленных весовых коэффициентов признаков выборки V_2. Поскольку первая главная компонента F_{21} определяется признаками «Капитал и резервы», «Уставный капитал», «Внеоборотные активы», то ее обобщенное название – «Собственный капитал с учетом внеоборотных активов». Так как вторая главная компонента F_{22} определяется признаками «Запасы», «Денежные средства и денежные эквиваленты», то ее название – «Оборотный капитал (денежные средства с учетом запаса)».

На диаграмме рассеивания (рис. 2) основная часть предприятий располагается в области малых объемов собственного капитала, внеоборотных активов и оборотного капитала. Структура сектора МСП в этом

пространстве признаков также сильно поляризована. Выделены три отдаленных малочисленных кластера. Кластер 1 характеризуется большими объемами собственного капитала и внеоборотных активов, а также малым объемом оборотного капитала. Кластер 2 расположен в области средних по значению объемов собственного капитала и внеоборотных активов, а также малых объемов оборотного капитала. Кластер 3 одиночный и характеризуется также средними объемами собственного капитала и внеоборотных активов, но при этом большим объемом оборотного капитала. Предприятия перечисленных трех кластеров также включаются в множество исключаемых объектов Dt.

На пятом этапе проводится анализ данных методом главных компонент для третьей выборки V_3. В выборке присутствуют признаки: долгосрочные заемные средства, долгосрочные обязательства, денежные средства и денежные эквиваленты, суммарные активы, основные средства. Цель исследования третьей выборки состоит в анализе соотношений наиболее важных статей третьего, первого и второго разделов бухгалтерского баланса [4]. Предварительный анализ показал, что статьи пятого раздела бухгалтерского баланса (краткосрочные обязательства) не обладают достаточной дискриминационной силой, поэтому в исследовании не участвуют.

На основе анализа рассчитанных весовых коэффициентов признаков выборки V_3 показано, что первая главная компонента F_{31} определяется признаками «Долгосрочные заемные средства», «Долгосрочные обязательства», «Суммарные активы», «Основные средства». Сформировано обобщенное название для F_{31} – «Долгосрочные обязательства (заемные средства) с учетом основных средств и суммарных активов». Вторая главная компонента F_{32} в основном определяется признаком «Денежные средства и денежные эквиваленты», ее название соответствует признаку.

На диаграмме рассеяния (рис. 3) с сильно поляризованным распределением показано, что основное множество предприятий сосредоточено в области малых значений как компоненты F_{31}, так и компоненты F_{32}. Это значит, что большинство предприятий сектора МСП обладают небольшими активами и не имеют в качестве источников инвестиционного развития долгосрочные банковские кредиты. Выделены четыре кластера. Первые три находятся (кластеры 1, 2 и 3) в области малых объемов имеющихся денежных средств (компонента F_{32}), при этом различаются только по компоненте F_{31} и соответствуют очень большим, большим и средним объемам долгосрочных обязательств. Кластер 4, находящийся в области средних значений F_{31} (долгосрочных обязательств), характеризуется большим объемом денежных средств (F_{32}). Предприятия перечисленных кластеров дополняются в множество исключений Dt; при этом если вновь включаемые предприятия уже включены ранее, то повторное включение блокируется.

На шестом этапе формируется интегральная выборка V_{int} на основе построенных главных компонент F_{11}, F_{12}, F_{21}, F_{22}, F_{31} и F_{32} согласно ранее предложенному методу [8, 9] и проводится ее анализ также методом главных компонент, однако применяется он дважды: вначале для интегральной выборки V_{int}, а затем для усеченной интегральной выборки V_{intd}, полученной путем удаления объектов из множества исключений Dt.

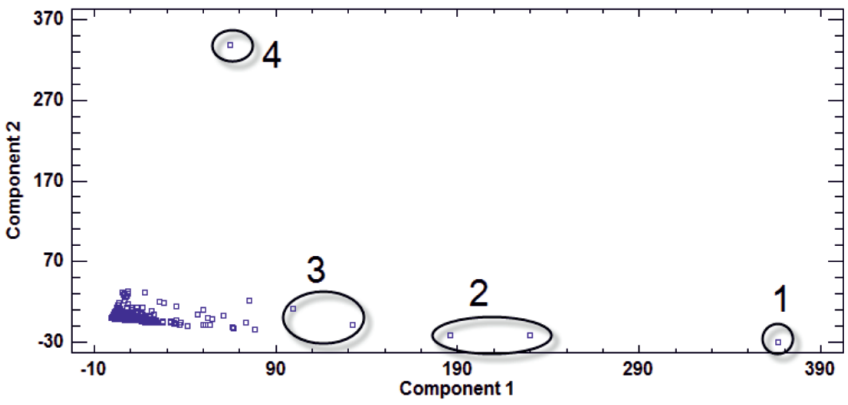


Рис. 3. Распределение предприятий сектора МСП в пространстве двух ГК (выборка V_3)

Первая главная компонента F_{int1} для выборки V_{int} определяется признаками (табл. 2): «Активы предприятия с учетом основных фондов», «Собственный капитал с учетом внеоборотных активов», «Долгосрочные обязательства (заемные средства) с учетом основных средств и суммарных активов», поэтому формируется ее обобщенное название – «Потенциал предприятия с учетом долгосрочных обязательств». Вторая главная компонента F_{int2} в основном определяется признаком «Оборотный капитал» и «Денежные средства», ее обобщенное название – «Оборотный капитал с учетом высоколиквидных активов».

Кластер, в который входит большая часть предприятий (рис. 4), имеет удовлетворительные обобщенные характеристики по потенциалу предприятия с учетом долгосрочных обязательств (F_{int1}) и по оборотному капиталу с учетом высоколиквидных активов (F_{int2}). Выделены пять далеко отстоящих кластеров, включающих в целом одиннадцать предприятий. Показано, что все одиннадцать предприятий совпали с теми предприятиями, которые были дополнены в множество исключений Dt на трех предшествующих этапах анализа. Интересен факт вхождения в множество Dt очень слабого по потенциалу предприятия-аутсайдера «Форсаж» (кластер 5, рис. 4), которое при анализе выборки V_1 тоже было выделено в отдельный, также отстающий кластер (одиночный кластер 2, рис. 1). Кроме того, в множество Dt входит очень сильное предприятие-лидер «Западно-сибирский нефтехимический комбинат» (кластер 1, рис. 4), которое ранее при анализе выборок V_1, V_2 и V_3 также входило в кластеры-лидеры с номерами 1 (рис. 1, 2 и 3). Состав и характеристики с учетом риска кредитования предприятий кластеров-лидеров 1, 2, 3, 4 и кластера-аутсайдера 5 (рис. 4), полученных при анализе интегральной выборки V_{int}, представлены в табл. 3.

В зоне удовлетворительного состояния осталось основное множество предприятий, структура которых осталась невыявленной. Поэтому формируется усеченная интегральная выборка V_{intd} путем удаления предприятий множества Dt. Далее проводится компонентный анализ выборки V_{intd} с целью построения кластерной структуры сконцентрированного в зоне удовлетворительного состояния множества предприятий и выявления характеристик выявленных кластеров предприятий.

Таблица 2

Весовые коэффициенты признаков для ГК интегральной выборки V_{int}

Наименование ГК	Название главных компонент	Главная компонента F_{int1}	Главная компонента F_{int2}
F_{11}	Активы предприятия с учетом основных фондов	**0,523586**	0,00224101
F_{12}	Прибыльность предприятия	0,151431	0,11331
F_{21}	Собственный капитал с учетом внеоборотных активов	**0,509212**	0,0129715
F_{22}	Оборотный капитал (денежные средства с учетом запаса)	-0,327821	**0,688575**
F_{31}	Долгосрочные обязательства (заемные средства) с учетом основных средств и суммарных активов	**0,491588**	-0,0387229
F_{32}	Денежные средства	0,307414	**0,715089**

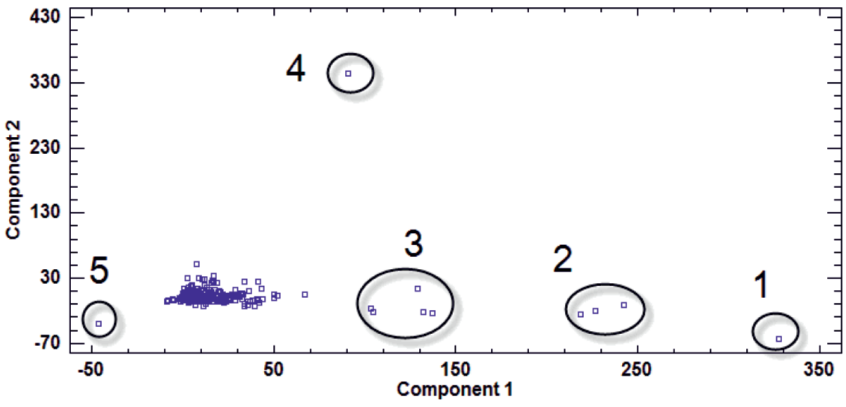


Рис. 4. Распределение предприятий сектора МСП в пространстве двух ГК (выборка V_{int})

Таблица 3

Состав и характеристики лидеров/аутсайдеров (выборка V_{int})

№ кластера	Предприятие	Раздел ОКВЭД	Состояние предприятий, риск кредитования
1	ООО «Западно-сибирский нефтехимический комбинат»	Раздел C. Обрабатывающие производства	Очень хорошее, очень низкий риск
2	ООО «Газпром переработка – Благовещенск»	Раздел C. Обрабатывающие производства	Хорошее
	ООО «РН-Трейд»	Раздел K. Деятельность финансовая и страховая	
	ООО «РН-Иностранные проекты»	Раздел K. Деятельность финансовая и страховая	
3	ООО «СБ Киб Холдинг»	Раздел K. Деятельность финансовая и страховая	Среднее
	АО «Многофункциональный комплекс Лахта Центр»	Раздел L. Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	
	ООО «Пик – развитие территорий»	Раздел M. Деятельность профессиональная, научная и техническая	
	ФГУП «Администрация гражданских аэропортов»	Раздел K. Деятельность финансовая и страховая	
	АО «Западный скоростной диаметр»	Раздел L. Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	
4	Московский фонд реновации жилой застройки	Раздел M. Деятельность профессиональная, научная и техническая	Ниже среднего
5	ООО «Форсаж»	Раздел C. Обрабатывающие производства	Неудовлетворительное

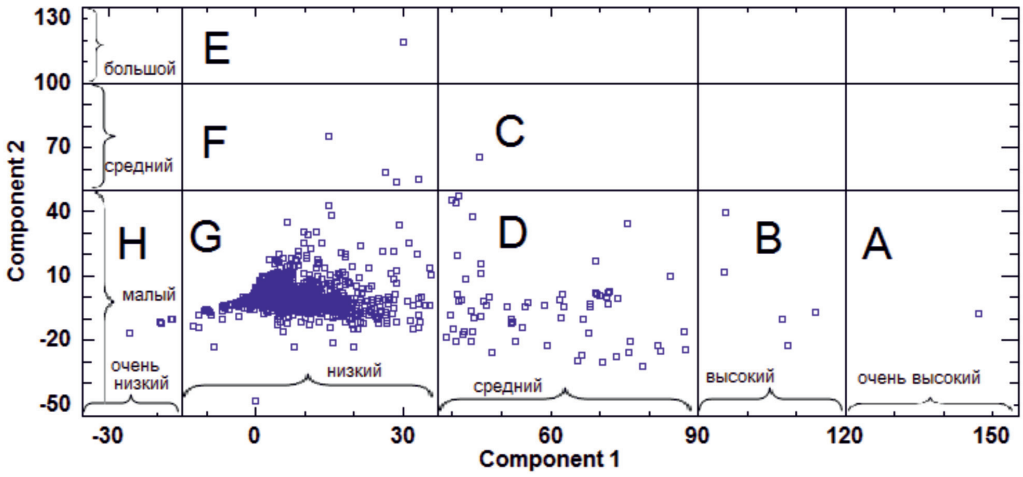


Рис. 5. Квадранты-кластеры предприятий сектора МСП (выборка V_{intd})

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведения компонентного анализа усеченной интегральной выборки V_{intd} построены первые две ГК, выполнен анализ их весовых коэффициентов. Состав признаков, оказывающих существенное влияние на формирование ГК, почти не изменился. Отличие состоит в появлении признака «Прибыльность предприятия» в составе значимых признаков первой ГК. Поэтому обобщенное название первой ГК F_{intd1} – «Потенциал предприятия и его эффективность с учетом долгосрочных обязательств». Название второй ГК F_{intd2} осталось без изменения – «Оборотный капитал с учетом высоколиквидных активов».

Полученная структура сектора МСП сохранила свою поляризованность, однако помимо квадранта G выделены не только малочисленные квадранты-кластеры A, B, C, E, F, H, но многочисленный квадрант D (рис. 5).

Характеристики квадрантов-кластеров сформированы на основе названий ГК и с учетом предполагаемого риска кредитования предприятий построенных кластеров. Кластер А характеризуется очень высоким потенциалом и прибыльностью (ПиП), низким объемом оборотного капитала (ООК), имеет очень малый риск кредитования; кластер В – высоким ПиП, низким ООК, малый риск; кластер С – средним ПиП, средним ООК, средний риск; кластер D – средним ПиП, низким ООК, почти средний риск, кластер Е – низким ПиП, высоким ООК, довольно высокий риск, кластер F – низким ПиП, средним ООК, довольно высокий риск; основной кластер G – низким ПиП, низким ООК, высокий риск, кластер Н – очень низким ПиП, низким ООК, имеет очень высокий риск кредитования. Для предприятий кластера G целесообразно применять дополнительные методы анализа финансовой устойчивости предприятия.

Заключение

Таким образом, предложена технология формирования кластерной структуры сектора МСП на основе метода главных компонент, предполагающая многократное проведение компонентного анализа выборок данных с учетом их декомпозиции и удаления объектов-предприятий в зависимости от выявленных структур сектора МСП на промежуточных этапах. Представлены результаты применения предложенной технологии в виде выявленных кластерных структур сектора МСП и характеристик построенных кластеров с учетом оценки характера риска при их кредитовании. Предложенную технологию целесообразно применять для разработки системы информационной поддержки процедур анализа финансового состояния предприятий МСП и принятия решений о возможности их кредитования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-08-00796 «Интеллектуальное управление промышленным комплексом как динамическим многоагентным объектом на основе методов когнитивного моделирования и машинного обучения».

Список литературы

1. Сайт Банка России. Статистика банковского сектора. Сведения о задолженности по кредитам, предоставленным субъектам малого и среднего предпринимательства. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/statistics/table/?tableId=302-20&dt=20150101 (дата обращения: 13.02.2021).

2. Сайт Банка России. Статистика банковского сектора. Сведения об объемах предоставленных кредитов субъектам малого и среднего предпринимательства. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/statistics/table/?tableId=302-18&dt=20160101 (дата обращения: 13.02.2021).

3. Сайт Федеральной службы государственной статистики. Институциональные преобразования в экономике. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/14036?print=1 (дата обращения: 14.02.2021).

4. Сайт Федеральной службы государственной статистики. Бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятий и организаций за 2018 год. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/opendata/7708234640-7708234640bdboo2018 (дата обращения: 16.03.2021).

5. Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 265 «О предельных значениях дохода, полученного от осуществления предпринимательской деятельности, для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196415/ (дата обращения: 18.02.2021).

6. Туманов Ю.И. Обзор методик анализа кредитоспособности компании // Review of Business and Economics Studies. 2019. № 7 (4). С. 34–38.

7. Макшанов А.В., Журавлев А.Е. Технологии интеллектуального анализа данных: учебное пособие. СПб.: Лань, 2018. 212 с.

8. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Гиздатуллина Э.С. Оценка данных о доходах населения в региональном разрезе методом главных компонент // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 2. С. 601–617.

9. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Методологические основы моделирования и интеллектуального управления промышленным комплексом как сложным динамическим многоагентным объектом // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11–2. С. 288–293.

УДК 004.78

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кирякова О.В., Потехина А.А., Киряков В.С.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: purik28@yandex.ru

Научная статья посвящена рассмотрению подхода к разработке информационного ресурса, реализованного в виде информационно-справочной платформы (веб-сайта), для изучения основных процессов производства каталитических систем одного из базовых предприятий России – Красноярского завода цветных металлов. Обсуждается разработанный алгоритм функционала информационно-справочной платформы, научная методика обеспечения информационной системы информационными данными. Приведены сформированные блочные модули отдельных стадий производства каталитических систем, описаны шаблоны разработанных html-страниц. В качестве среды разработки использован CSS-Фреймворк Bootstrap – инструментарий для создания сайтов и веб-приложений, находящийся в свободном доступе в сети Интернет, и некоторый готовый шаблон, который впоследствии был адаптирован под конкретные цели разработчиков с учетом особенностей исследуемой отрасли производства. Информационный ресурс решает проблему, связанную с изучением основных этапов технологических процессов и ознакомлением с оборудованием производства каталитических систем, помогает усвоить и систематизировать информацию за счет наглядности отображения. Функциональное назначение разработанного информационно-справочного ресурса состоит в помощи начинающим специалистам адаптироваться к своей профессии; в большей степени мотивировать их на дальнейшую работу в компании. Реализована возможность использования созданной информационно-справочной платформы через мобильные устройства.

Ключевые слова: информационный ресурс, каталитические системы, тег, контент, шаблон, html-страница

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND REFERENCE PLATFORM OF THE PRODUCTION PROCESS OF CATALYTIC SYSTEMS

Kiryakova O.V., Potekhina A.A., Kiryakov V.S.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: purik28@yandex.ru

The scientific article is devoted to the consideration of an approach to the development of an information resource, implemented in the form of an information and reference platform (Web-site) for studying the main production processes of creation catalytic systems of one of the basic enterprises of Russia – of the Krasnoyarsk non-ferrous metal plant. The developed algorithm for the functionality of the information and reference platform, the scientific methods of providing the information system with information data are discussed. The formed block modules of individual stages of the production of catalytic systems are given, the templates of the developed html-pages are described. As a development environment, the Bootstrap CSS Framework was used – a toolkit for creating sites and Web applications that is freely available on the Internet and some ready-made template, which was later adapted for specific purposes of developers, taking into account the peculiarities the industry under study. The information resource solves the problem associated with the study of the main stages of technological processes and familiarization with the equipment for the production of catalytic systems, helps to assimilate and systematize information due to the clarity of the display. The functional purpose of the developed information and reference resource is to help novice specialists adapt to their profession; to a greater extent to motivate them for further work in the company. The possibility of using the created information and reference platform through mobile devices has been implemented.

Keywords: information resource, catalytic systems, tag, content, template, html-page

Роль информационных ресурсов в современном обществе весьма глобальна, так как информация является широким спектром знаний, которые необходимы обществу в различных отраслях его деятельности. Информационный ресурс – это свод массивов данных, организованных для получения достоверной информации, для осуществления какой-либо деятельности или получения знаний, обеспечивающий успех и высокую степень интеграции хозяйствующего субъекта [1]. Информационные ресурсы помогают устранять проблемы пользователей, развиваться, реализовывать свои навыки и получать обратную связь. Огромную роль информатизации общества определяет в последние годы и Правительство РФ в своих стратегических планах и документах [2].

В любой компании информационные ресурсы – это массив накопленных уникальных данных, который при необходимости можно реорганизовать в целях повышения эффективности решаемых задач.

Объектом изучения данного исследования стал Красноярский завод цветных металлов (Красцветмет), который является крупнейшим производителем драгоценных металлов и дочерних изделий из них в России и в мире. Компания перерабатывает различные виды природного и вторичного сырья, как отечественного, так и зарубежного, получая на аффинажном производстве всю группу драгоценных металлов.

Продукцией Красцветмета являются драгоценные металлы в слитках, порошках, а также в виде разнообразных химических соединений. Одним из важнейших технических изделий являются каталитические системы, широко востребованные в химической промышленности. Каталитические системы представляют собой вязаные и тканые катализаторные сетки трех видов плетения из сплавов на основе платины.

Катализаторные сетки широко применяются в технологии производства азотной и синильной кислот; производстве гидроксиламинсульфата. Эффективность каталитической сетки на основе платинового сплава в технологии окисления аммиака значительно зависит от геометрии и конфигурации катализатора. Катализаторные сетки реализуются в полностью готовом для применения состоянии.

Улавливающие сетки имеют тканую структуру и производятся из сплава на основе палладия. Назначение данной продукции – сокращение потерь драгоценных родия и платины из катализаторных сеток в процессе эксплуатации, поэтому их размещают на производстве кислот совместно с катализаторными сетками, что значительно сокращает финансовые, производственные затраты, а также затраты на очистку.

Еще один тип – разделительные сетки тканой структуры, назначение которых – исключить слипание улавливающих сеток в технологии производства химических соединений [3].

Несмотря на современную техническую оснащенность производственного процесса, информационные вспомогательные технологии применяются крайне ограниченно, в силу отсутствия специфических разработок, связанных в первую очередь с закрытостью производства. С учетом этих особенностей и несомненной актуальности проведенного исследования было принято решение о создании информационного ресурса, реализованного в виде информационно-справочной платформы для изучения основных процессов производства каталитических систем.

Цель исследования – используя возможности среды разработки CSS-Фреймворк Bootstrap и некоторый готовый шаблон вебсайта, разработать информационно-справочный ресурс процесса производства каталитических систем.

Материалы и методы исследования

Базовыми материалами исследования явились обширные эмпирические данные – технологические инструкции предприятия; информация, представленная на основном сайте компании. Анализ специализированной литературы [4, 5] помог разработать и сформировать информационный ресурс, создать оптимальный интуитивно понятный интерфейс.

Исследование было проведено по следующим этапам:

– детально проанализировать схему производства;

– изучить технологические инструкции производства каталитических систем;

– практическая реализация информационного ресурса в виде веб-сайта.

Основополагающими методами научного познания в исследовании послужили анализ и синтез, метод научного описания, а также метод формализации при описании технологических объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

На начальном этапе научного исследования был проведен первичный обзор и анализ сведений, касающихся производства каталитических систем на предприятии-заказчике. В дальнейшем база данных была серьезно дополнена из других информационных источников. Информация была систематизирована, унифицирована и структурирована. Оборудование, задействованное в технологических циклах, визуализировано средствами анимации.

В основу создания современной информационно-справочной платформы положен принцип оптимальной организации массива данных в виде блочно-модульной структуры. Был разработан алгоритм эффективного обучения на базе информационной платформы. Обучение предполагается в мультимедийной интерактивной форме.

Набор модулей информационно-справочной платформы определен назначением системы, желанием получить мобильный и гибкий к адаптации продукт, поэтому основной функционал содержит предусмотренные возможности для массива данных:

– ввод, хранение, изменение информации в каждом разделе;

– поиск востребованной пользователем конкретной информации;

– редактирование сведений об объектах;

– исследование системы при введении новых компонентов;

– демонстрация с озвучиванием отдельных узлов.

Для создания сайта был использован CSS-фреймворк Bootstrap и некоторый готовый шаблон веб-сайта, который впоследствии был изменен.

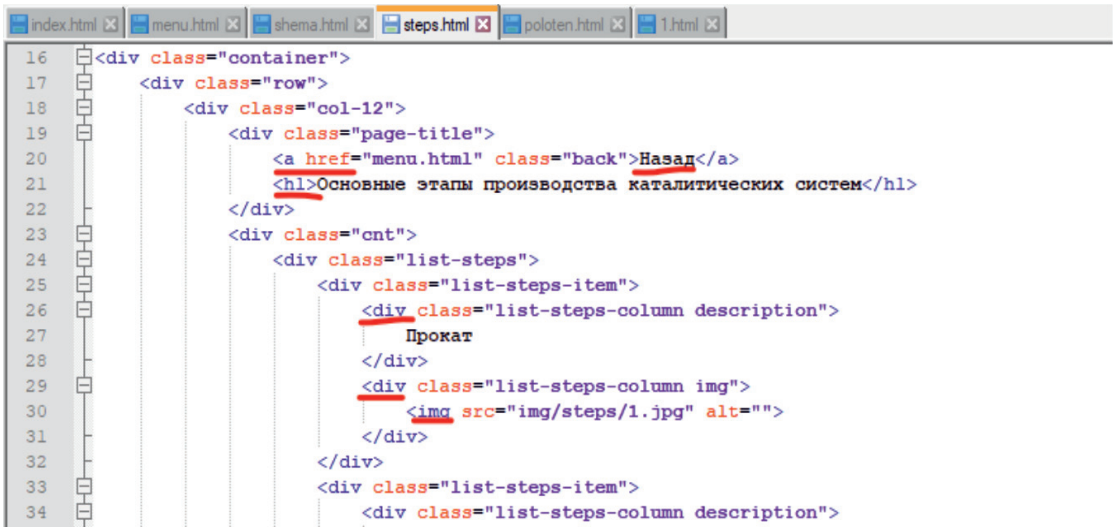


Рис. 1. Страница «Основные этапы производства каталитических систем»

На сегодняшний день фреймворк Bootstrap является одним из самых популярных продуктов для написания сайтов. Это обусловлено быстродействием и простотой в сравнении с CSS и JavaScript; он доступен, позволяет разрабатывать качественные макеты даже начинающим разработчикам [6].

Приложение Фреймворк Bootstrap – набор CSS и JavaScript файлов. Для их использования файлы просто необходимо подключить к разрабатываемой странице, что в дальнейшем обеспечивает доступность инструментария данного фреймворка, такого как:

– колоночная система (сетка Bootstrap);

– классы;

– компоненты [7].

Из открытых источников был скачан готовый шаблон сайта, в исходниках которого уже были подключены файлы стилей:

файл reset.css в строке:

<link rel="stylesheet" href="libs/reset.css"> (для того чтобы отключить стандартные стили у некоторых html элементов);

файл bootstrap-grid.css в строке:

<link rel="stylesheet" href="libs/bootstrap/dist/css/bootstrap-grid.css"> (файл со стандартными стилями Bootstrap);

файл со стилями main.css в строке:

<link rel="stylesheet" href="css/main.css"> (в котором прописаны основные стили сайта, которые можно кастомизировать под индивидуальные настройки).

При реализации информационно-справочной платформы были разработаны 6 простых html-шаблонов страниц, пример одной из них приведен на рис. 1.

Дочерние страницы содержат текстовые элементы «Описание процессов», размещенные при помощи элемента списка <ul> (рис. 2).

Шаблоны данных страниц расположены в папке «Process» и являются статичными, то есть несмотря на то, что страницы категории полностью одинаковы, только различаются контентом (заголовок, текст) для каждой страницы создан свой html-шаблон.

Динамическая подгрузка контента достигается при помощи **back-end** разработки, на языке программирования php.

В файл **menu.html**, применен тег html с атрибутом lang и значением "en", который сообщает браузеру, что в данном документе могут быть вставки на английском языке. Этот тег необходим для правильного оформления текста в зависимости от выбранного языка в браузере.

Визуализация головного меню информационно-справочной платформы представлена на рис. 3.

Кнопки главного меню созданы при помощи тега маркированного списка <ul> с классом "menu", у которого отключены маркеры, при помощи css-свойства list-style: none строка в файле:

<ul class="menu">.

Главное меню содержит сформированные блочные модули отдельных стадий производства каталитических систем. Представлены мнемосхемы основного аппаратурного оформления; обвязка базовой пускорегулирующей аппаратуры. Модули содержат описательный контент технологического цикла, основанный на базе эмпирических данных.

poloten.html

```
<body>
<div class="wrapper">

<div class="container">
    <div class="row">
        <div class="col-12">
            <div class="page-title">
                <a href="index.html" class="back">Назад</a>
                <h1>Тканье</h1>
            </div>
            <div class="cnt">
                <ul class="description">
                    <li>
                        Предварительно на навойной станции проволока
                        навивается на навой, далее навой перемещается на
                        станцию заправки ремиз и бердо и нити основы
                        заправляются в ремизы и бердо, откуда навой с
                        рамками и бердо перевозится и устанавливается на
                        ткацкий станок. Нити основы прикрепляются к
                        товарному валу, при тканье движение товарного
                        вала и подача нитей основы с навоя синхронно.
                        Между нитями основы при раскрытии рамок –
                        проходит поперечная проволока, которая
                        называется уточной нитью, соединение нитей
                        основы и уточной нити образуют тканое полотно.
                    </li>
```

Рис. 2. Дочерние страницы категории «Описание процессов»

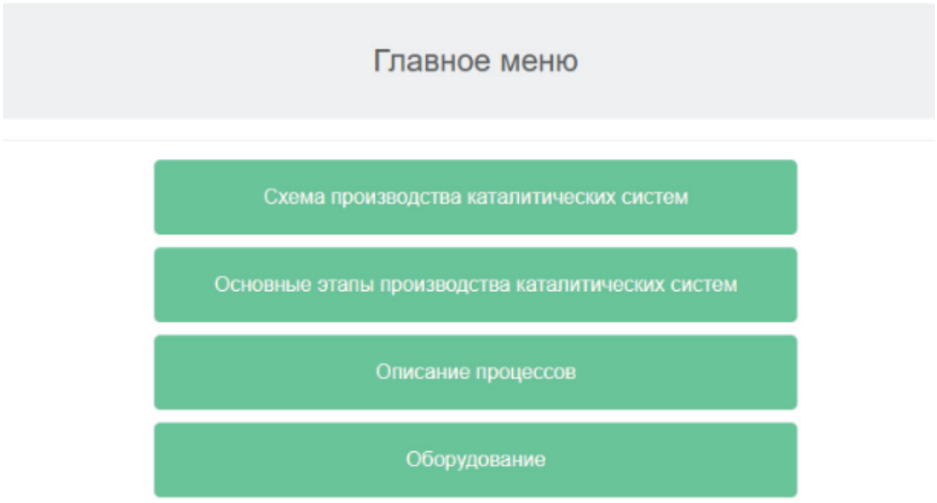


Рис. 3. Главное меню

Активизация отдельных блоков-модулей дает возможность изучить технологический цикл, материальные потоки, управляющие воздействия, основные показатели передела, в интерактивном режиме с полной деталировкой отдельных узлов (рис. 4).

Для описания страниц сайта был выбран шаблон steps.html, который содержит описание этапов производства каталитических систем и изображения этих этапов.

Класс "list-steps" содержит стили, которые визуально не отображаются для пользователя, но задают табличное отображение контента при помощи технологии CSS Flexbox, используя CSS свойство display: flex.

Внутри div с классом "list-steps-item" находится еще два вложенных div с классами "list-steps-column description" и "list-steps-column img".

Рис. 4. Основные этапы производства каталитических систем

Div с классами "list-steps-column" "description" содержит текстовое описание этапа, пример этапа «Прокат»:

* Прокат *.

В информационной платформе предусмотрена возможность детального ознакомления с отдельными технологическими узлами, что позволяет обучающимся более глубоко изучить функционал применяемого оборудования (рис. 5).

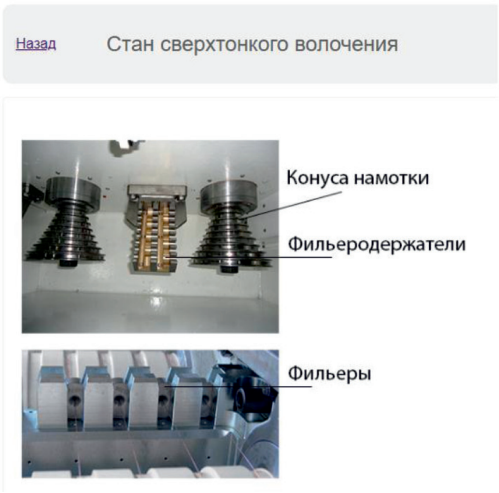


Рис. 5. Функциональный узел волочения

Для адаптивности сайта для мобильных устройств был прописан мета-тег viewport в строке:

<meta name="viewport">, чтобы браузеры понимали, что сайт может отображаться на мобильных устройствах. Данный шаблон был частично адаптирован для мобильных устройств при помощи медиазапросов.

При создании информационно-справочного ресурса основным источником информации послужили эмпирические данные и знания высококвалифицированных специалистов (экспертов), поэтому проблема верификации данных, используемых в системе, оценивалась логико-ориентированным методом направленных сигнальных графов [8].

Апробация информационного ресурса проходила в тестовом режиме на производстве каталитических систем завода Красцветмет, была одобрена специалистами производства и принята в эксплуатацию.

Заключение

Разработанная информационная платформа соответствует всем заявленным функциональным требованиям, определенным авторами на этапе постановки задачи. Система снабжена руководством пользователя. Очень удобна в применении, что подтвердилось при пробном использовании на предприятии-заказчике.

Функциональное назначение разработанного информационно-справочного ресурса состоит в помощи адаптации вновь принятых сотрудников на рабочем месте. Современная подача информации способствует мотивации и желанию трудиться в компании. За счет наглядности отображения информационный ресурс решает проблему сложности восприятия, связанную с изучением основных этапов, процессов, оборудования производства каталитиче-

ских систем, помогает усвоить информацию на интуитивном уровне.

Знакомство с технологией производства каталитических систем через информационную платформу позволит подготовить специалиста за минимальное время с максимальным результатом.

Список литературы

1. Магомаева Л.Р. Эволюция и классификация информационных ресурсов как экономической категории // Фундаментальные исследования. 2017. № 7. С. 167–172.

2. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: http://minsvyaz.ru/ru/documents/4084/ (дата обращения: 5.03.2021).

3. ОАО «Красцветмет» [Электронный ресурс]. URL: https://sp.krastsvetmet.ru/sp/SitePages/Navigate/О%20компании.aspx (дата обращения: 5.03.2021).

4. Горенский Б.М., Кирякова О.В., Ченцов С.В. Информационные технологии в цветной металлургии: уч. пособие. Красноярск: СФУ, 2012. 187 с.

5. Кирякова О.В., Лапина Л.А., Горбань А.А., Душевская А.В., Киряков В.С., Ларионова А.А., Фадеев А.Е. О подходах к разработке web-сервиса для создания единого интерфейса контроля торговых операций предприятия // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 4. С. 62–67.

6. Что такое Bootstrap и зачем он нужен? [Электронный ресурс]. URL: https://itchief.ru/bootstrap/introduction (дата обращения: 3.03.2021).

7. Русская документация и примеры по самой популярной в мире библиотеке HTML, CSS и JS-Bootstrap5 [Электронный ресурс]. URL: https://bootstrap5.ru/ (дата обращения: 3.03.2021).

8. Александрова Н.А., Куркина В.В., Рудакова И.В., Русинов Л.А. Верификация экспертной информации при построении систем оперативного управления и диагностики технологических процессов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 3. С. 14–16.

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Кунцев В.Е., Кожевникова П.В., Дорогобед А.Н.

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, e-mail: aira_dark@list.ru

В работе описывается реализация математической модели гидродинамической томографии с целью расчета распределения коэффициента пьезопроводности в межскважинном пространстве проницаемого пласта газонефтяного месторождения. В рамках исследования рассмотрены принципы гидродинамической томографии, которая основана на данных гидродинамического прослушивания. Описанный метод гидродинамической томографии позволяет рассчитывать и анализировать интервальные времена наступления отклика реакции в остановленных скважинах при изменении давления в нагнетающих скважинах. В статье приводятся описание последовательности решения прямой задачи нахождения интервальных времен по заданному пространственному распределению фильтрационного сопротивления (коэффициента пьезопроводности) по рассматриваемому пропластку газонефтяного месторождения, а также вычислительная схема гидродинамической томографии решения обратной задачи на основе разработанного алгоритма, содержащего: процесс уточнения значений коэффициента пьезопроводности; подбор обеспечивающего сходимость процесса параметра релаксации; правило остановки итерационного процесса, основанного на результатах расчета расхождения интервальных времен. Работоспособность и производительность математической модели гидродинамической томографии были рассмотрены с помощью применения программной реализации, основанной на разработанном алгоритме, на наборе тестовых данных. В статье приведен результат выполненного эксперимента на тестовых данных месторождения, содержащего пять скважин.

Ключевые слова: математическое моделирование, вычислительная схема, фильтрационное сопротивление, гидродинамика, томография, структура нефтегазового месторождения

MATHEMATICAL MODEL OF HYDRODYNAMIC TOMOGRAPHY

Kuntsev V.E., Kozhevnikova P.V., Dorogobed A.N.

Ukhta State Technical University, Ukhta, e-mail: aira_dark@list.ru

The paper describes the implementation of a mathematical model of hydrodynamic tomography in order to calculate the distribution of the piezoconductivity coefficient in the interwell space of a permeable formation of a gas-oil field. Within the framework of the study, the principles of hydrodynamic tomography, which is based on hydrodynamic listening data, are considered. The described hydrodynamic tomography method makes it possible to calculate and analyze the interval times of the onset of the reaction response in shut-in wells when the pressure in the injection wells changes. The article describes the sequence of solving the direct problem of finding interval times for a given spatial distribution of filtration resistance (piezoconductivity coefficient) over the considered interlayer of a gas-oil field, as well as a computational scheme for hydrodynamic tomography for solving the inverse problem based on the developed algorithm, which contains: the process of clarifying the values of the piezoconductivity coefficient; selection of the relaxation parameter ensuring the convergence of the process; and a rule for stopping the iterative process based on the results of calculating the discrepancy of the interval times. The operability and performance of the mathematical model of hydrodynamic tomography was considered using a software implementation based on the developed algorithm on a set of test data. The article presents the result of an experiment performed on test data from a field containing five wells.

Keywords: mathematical modeling, computational scheme, filtration resistance, hydrodynamics, tomography, oil and gas field structure

Гидродинамическое исследование скважин является инструментом для определения фильтрационных характеристик газонефтяных месторождений. Данная информация необходима для корректного планирования работ по эксплуатации месторождения.

Прогноз распределения фильтрационных свойств нефтегазовых месторождений (углеводородов) позволяет получать гидродинамическая томография с основой на данных гидропрослушивания скважин и оценке изменения поведения реперной точки кривой восстановления давления (КВД) [1, 2].

Гидродинамическая томография позволяет получать уточненную информацию о фильтрационном сопротивлении проницаемого пласта в пространстве между скважинами. Метод гидродинамической томографии состоит в расчете интервальных времен наступления отклика в остановленных скважинах на изменение давления в нагнетающих скважинах и их анализе.

Исходные данные для метода гидродинамической томографии могут быть получены с помощью одного из перечисленных способов либо их совместного применения:

1) прямой регистрации интервальных времен наступления отклика реакции в остановленных скважинах на изменение давления в нагнетающих скважинах (при прямой регистрации изменения интервальных времен исходные данные должны быть получены с помощью эксперимента

на месторождении (активная гидродинамическая томография));

2) анализа истории эксплуатации месторождения.

При использовании метода гидродинамической томографии, основанного на анализе истории эксплуатации месторождения, исходные данные синтезируются в форме изменения по всем скважинам в пределах выбранного временного интервала: объема добываемой жидкости и нагнетания жидкости в скважину (пассивная гидродинамическая томография) [3, 4].

Активная гидродинамическая томография затратна и трудоемка. Для пассивной гидродинамической томографии требуется синтезирование данных, выполняемое на базе вычислительного эксперимента, в рамках которого используется построенная математическая модель месторождения. Таким образом, целесообразно применение пассивной гидродинамической томографии как с экономической точки зрения, так и с точки зрения трудозатрат.

Материалы и методы исследования

Задача расчета пространственного распределения фильтрационного сопротивления пласта решается с помощью вычисления последовательных приближений значений коэффициента пьезопроводности. Вычисление последовательных приближений включает решение интегрального уравнения методом итераций, описывающего динамику интервальных времен перемещения реперной точки между скважинами. Сначала задается сетка пропластка месторождения с нулевым приближением среды (распределением значения коэффициента пьезопроводности), и по заданному приближению среды рассчитываются траектории движения сигнала (реперных точек) и интервальные времена. Затем вычисляется невязка интервальных времен, полученных в процессе моделирования, и наблюдаемых интервальных времен, и рассчитывается новое пространственное распределение значений коэффициента пьезопроводности, обеспечивающее наименьшую невязку. Дальше по полученному распределению значений коэффициента пьезопроводности рассчитываются новые траектории движения сигнала и интервальные времена. Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока невязка интервальных времен, полученных в процессе моделирования движения сигнала, и наблюдаемых интервальных времен изменения давления превышает заданное допустимое значение.

Ниже представлена вычислительная схема гидродинамической томографии. Рассматриваемый пропласток месторождения S покрывается сеткой размерами $X \times Y$ с целью дискретизации процесса. Каждая ячейка сетки характеризуется парой индексов $s(i, j)$, где $i = 1 \div X$, а $j = 1 \div Y$. По всему пропластку задается нулевое приближение среды $\chi(s)$. Через пропласток месторождения проходят скважины, образующие между собой K пар – произведение количества нагнетающих скважин (M) и количества остановленных скважин, в которых ведется прием сигнала (N). Движение сигнала между скважинами осуществляется по траектории $L_k = L(s_{km}, s_{kn})$, где $k = 1 \div K$ – номер пары скважин. Каждая траектория имеет начало в точке нагнетающей скважины s_{km} и окончание в точке скважины-приемника s_{kn}. Время движения сигнала по траектории L_k обозначается t_k. Координата сетки вдоль траектории L_k обозначается s_k. Расстояние, пройденное сигналом от координаты s_{km} до координаты s_k по траектории L_k, обозначается $l(s)$. Время движения сигнала t_k рассчитывается по формуле:

$$A\left[\chi(s)\right] = \int_{L_k} \frac{l(s)\,ds}{3\chi(s)} = t_k,$$

которая в дискретном представлении принимает вид:

$$\overline{A}\left[\chi(s)\right] = \sum_{(i,j)_{km}}^{(i,j)_{kn}} \frac{l(i,j)}{3\chi(i,j)} = t_k. \qquad (1)$$

Соотношение (1) позволяет рассчитать согласно принципу Беллмана кратчайшие траектории движения сигнала реперных точек с условием минимизации интервальных времен t_k. В дальнейших расчетах используются рассчитанные кратчайшие траектории.

Обозначим через $\overline{\boldsymbol{t}} = \{\overline{t_k}\}$ наблюдаемое время движения сигнала, полученное в рамках истории эксплуатации месторождения. Наблюдаемое время соответствует распределению значения коэффициента пьезопроводности $\chi(s) + \Delta\chi(s)$. Отсюда следует задача: рассчитать $\Delta\chi(s)$ такое, чтобы полученное t_k минимально расходилось с $\overline{t_k}$. В таком случае невязка интервальных времен Δt_k рассчитывается в виде выражения:

$$\overline{t_k} - t_k = \int_{L_k} \frac{l(s)}{3\left[\chi(s) + \Delta\chi(s)\right]} ds - \int_{L_k} \frac{l(s)}{3\chi(s)} ds \approx \int_{L_k} \left[\frac{l(s)}{3\left[\chi(s) + \Delta\chi(s)\right]} - \frac{l(s)}{3\chi(s)} \right] ds. \qquad (2)$$

Поменяв местами $\overline{t_k}$ и t_k:

$$\mathrm{A}'\left[\chi(s)\right]\Delta\chi(s) = t_k - \overline{t_k} = \int_{L_k} \frac{l(s)\Delta\chi(s)}{3\chi^2(s)} ds = \Delta t_k. \quad (3)$$

Линейный оператор $\mathrm{A}'[\chi(s)]$, действующий на вектор $\Delta\chi(s)$, также является производной Фреше [5] в «точке» $\chi(s)$ к оператору $A[\chi(s)]$. Формулы (2) и (3) основаны на допущении, что значение $\Delta\chi(s)$ незначительно, поэтому траектории $L_k = L(s_{kn}, s_{km})$ и произведение $(\chi(s) + \Delta\chi(s))\times\chi(s) \approx \chi(s)^2$ для пьезопроводности $\chi(s) + \Delta\chi(s)$ и $\chi(s)$ практически совпадают.

В дискретном представлении выражение (3) принимает вид:

$$\overline{\mathrm{A}}'\left[\chi(s)\right]\Delta\chi(s) = \sum_{(i,j)_{km}}^{(i,j)_{kn}} \frac{l(i,j)\Delta\chi(i,j)}{3\chi^2(i,j)} = \Delta t_k. \quad (4)$$

Размерность вектора $\Delta\chi(i, j)$ определяется в зависимости от количества ячеек в траектории: $D = \sum_{k=1}^{K} N_k$, где N_k – количество ячеек в траектории k. Вектор $\Delta\boldsymbol{t} = \{\Delta t_k\}$, имеющий размерность K, является областью значения выражения (4). После расчета вектора $\Delta\chi(i, j)$ выполняется вычисление приближения коэффициента пьезопроводности:

$$\chi^2(s) = \chi(s) + \Delta\chi(s). \quad (5)$$

Вычисление выражения (4) относительно вектора $\Delta\chi(i, j)$ в точках пропластка траекторий $L_k = L(s_{kn}, s_{km})$ выполняется на основе итерационного метода, который на итерации $z + 1$ вычисляется по формуле:

$$\begin{cases} \Delta\chi^{z+1}(i,j) = \Delta\chi^{z}(i,j) + \alpha^z A'^{*}[\chi(s)]\varepsilon^z \\ \| \Delta\chi^{z+1} - \Delta\chi^{z} \| \le \varepsilon \end{cases}, \quad (6)$$

$$\varepsilon^z = A\left[\chi(s) + \Delta\chi^z(i,j)\right] - \overline{\boldsymbol{t}} = \left\{ \int_{L_k} \frac{l(s)}{3\left[\chi(s) + \Delta\chi^z(i,j)\right]} ds - \overline{t_k}, k = 1 \div K \right\},$$

где ε^z – невязка интервальных времен, полученных в процессе моделирования на итерации z, и наблюдаемых интервальных времен.

В качестве нулевого приближения было принято значение $\Delta\chi^0(i, j) = 0$.

α^z – параметр релаксации, который подбирается на каждой итерации для обеспечения сходимости метода итераций (6) [6]:

$$\alpha^z = \frac{A'^{*}\left[\chi(s)\right]\varepsilon^{z2}}{A'\left[\chi(s)\right]A'^{*}\left[\chi(s)\right]\varepsilon^{z2}},$$

где $A'^{*}[\chi(s)]$ – оператор, сопряженный к оператору $A'[\chi(s)]$, который вычисляется на основе условия для вектора $\boldsymbol{y} = \{y_k, k = 1 \div K\}$:

$$\left\langle \boldsymbol{y} \,|\, \mathrm{A}'\left[\chi(s)\right]\Delta\chi(s) \right\rangle_{R^K} = \left\langle A'^{*}\left[\chi(s)\right]\boldsymbol{y} \,|\, \Delta\chi(s) \right\rangle_{X}. \quad (7)$$

В данном случае X представляет собой функциональное пространство для вычисления приращения к $\Delta\chi(s)$. Данное функциональное пространство в дискретном представлении принимает вид: R^D (где D – размерность вектора $\Delta\chi(i, j)$, а K – размерность вектора y); тогда выражение (7):

$$\left\langle \boldsymbol{y} \,|\, \overline{\mathrm{A}}'\left[\chi(s)\right]\Delta\chi(s) \right\rangle_{R^K} = \left\langle \overline{A}'^{*}\left[\chi(s)\right]\boldsymbol{y} \,|\, \Delta\chi(s) \right\rangle_{R^D}. \quad (8)$$

Если подставить формулу действующего на вектор $\Delta\chi(s)$ линейного оператора $A'[\chi(s)]$ в выражение (8), то:

$$\sum_{k=1}^{K}\left[y_k \sum_{(i,j)_{km}}^{(i,j)_{kn}} \frac{l(i,j)\Delta\chi(i,j)}{3\chi^2(i,j)} \right] = \sum_{(i,j)_{km}}^{(i,j)_{kn}} \sum_{k=1}^{K}\left[y_k \frac{l(i,j)\Delta\chi(i,j)}{3\chi^2(i,j)} \right].$$

Реализация в правой части выражения суммирования привносит смысл уравнению и устанавливает вид оператора $\overline{A}'^{*}\left[\chi(s)\right]$.

Оператор $\overline{A}'^{*}\left[\chi(s)\right]$ на векторе $\boldsymbol{y}$ принимает значения вектора $g(i, j)$ с индексами $\{(i,j)_{km} \div (i,j)_{kn}, k = 1 \div K\}$. Траектории L_k, в интервалы которых попадают индексы (i, j), определяются значениями $k(i, j)$. Таким образом, формула для расчета сопряженного оператора на векторе $\boldsymbol{y}$:

$$g(i,j) = \overline{A}'^{*}\left[\chi(s)\right]\boldsymbol{y} = \sum_{k(i,j)}^{K}\left[y_{k(i,j)} \frac{l_{k(i,j)}(i,j)}{3\chi^2(i,j)} \right], \tag{9}$$

где $l_{k(i,j)}(i,j)$ – часть траектории L_k от начальной координаты до координаты, в которой рассчитывается вектор $g(i, j)$. При $\boldsymbol{y} = \boldsymbol{\varepsilon}^z$ уравнение (9) принимает вид:

$$A'^{*}\left[\chi(s)\right]\varepsilon^z = \begin{pmatrix} \frac{\partial A_{k1}[\chi(s)]}{\partial \Delta\chi_1^z(i,j)} & \cdots & \frac{\partial A_K[\chi(s)]}{\partial \Delta\chi_1^z(i,j)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial A_{k1}[\chi(s)]}{\partial \Delta\chi_C^z(i,j)} & \cdots & \frac{\partial A_K[\chi(s)]}{\partial \Delta\chi_C^z(i,j)} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \varepsilon_{k1}^z \\ \vdots \\ \varepsilon_K^z \end{pmatrix}.$$

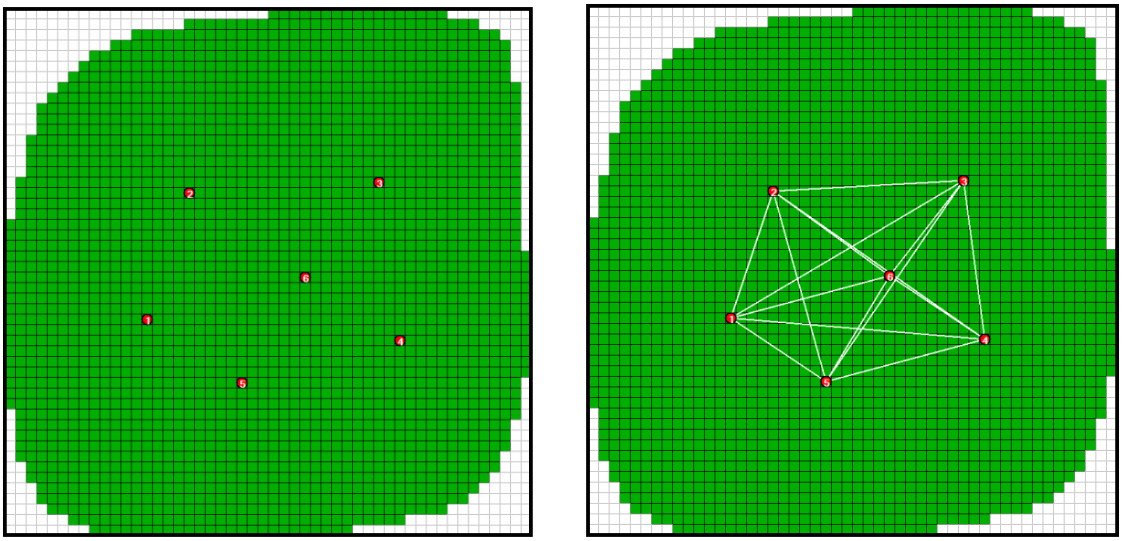
Завершением метода итераций являются выполнение условия (6) и вычисление приближения распределения значений коэффициента пьезопроводности в ячейках сетки. После завершения описанного итерационного процесса по пропластку месторождения S вычисляются новые траектории, и метод итераций повторяется.

Рассмотрим результат применения метода гидродинамической томографии для расчета коэффициента пьезопроводности по данным тестового месторождения. Исходными данными был выбран пропласток месторождения, через который проходят шесть скважин. В качестве исходных данных были заданы:

– однородная среда (рис. 1) для нулевого приближения распределения значения коэффициента пьезопроводности;

– наблюдаемые интервальные времена $\overline{\boldsymbol{t}}$ между всеми парами скважин ($K = 20$).

Согласно рассмотренному методу на первом шаге вычисляются траектории, по которым осуществляется движение сигнала между скважинами, $\boldsymbol{L_k}$, а также интервальные времена $\boldsymbol{t_k}$.



а) *б)*

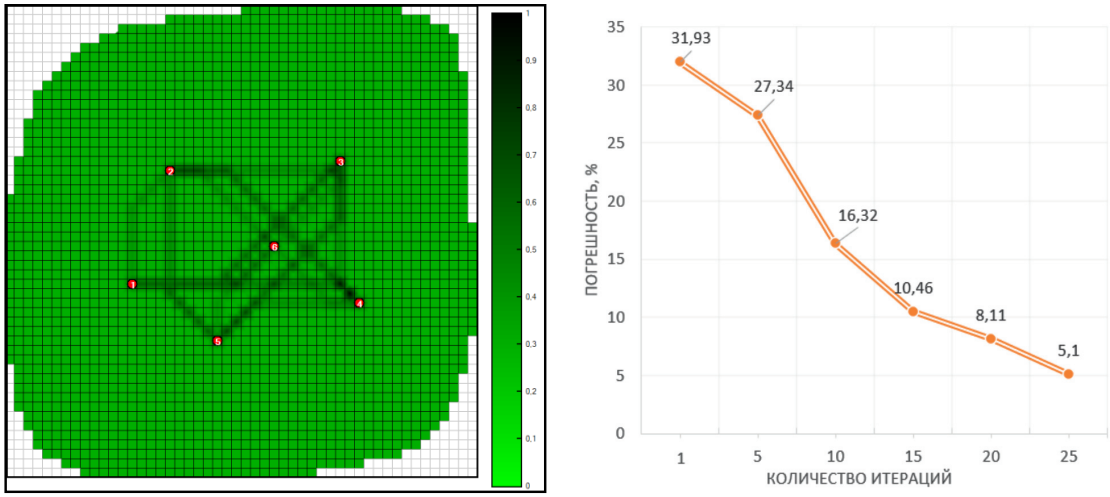
Рис. 1. Пропласток месторождения с пятью скважинами и нулевым приближением среды (а); траектории движения сигнала между скважинами на первой итерации (б)

Здесь и далее красными кругами отображаются координаты скважины, проходящие через пропласток, белой линией – траектории движения сигнала, цвет ячеек отображает значение коэффициента пьезопроводности (чем темнее, тем больше коэффициент пьезопроводности).

Первая итерация заканчивается расчетом $\Delta\chi(i, j)$, после чего вычисляются новые значения коэффициента пьезопроводности по формуле (5) (рис. 2а). Рис. 2б отображает график изменения относительной погрешности ε наблюдаемых интервальных времен и рассчитанных на первом шаге итерационного метода (6).

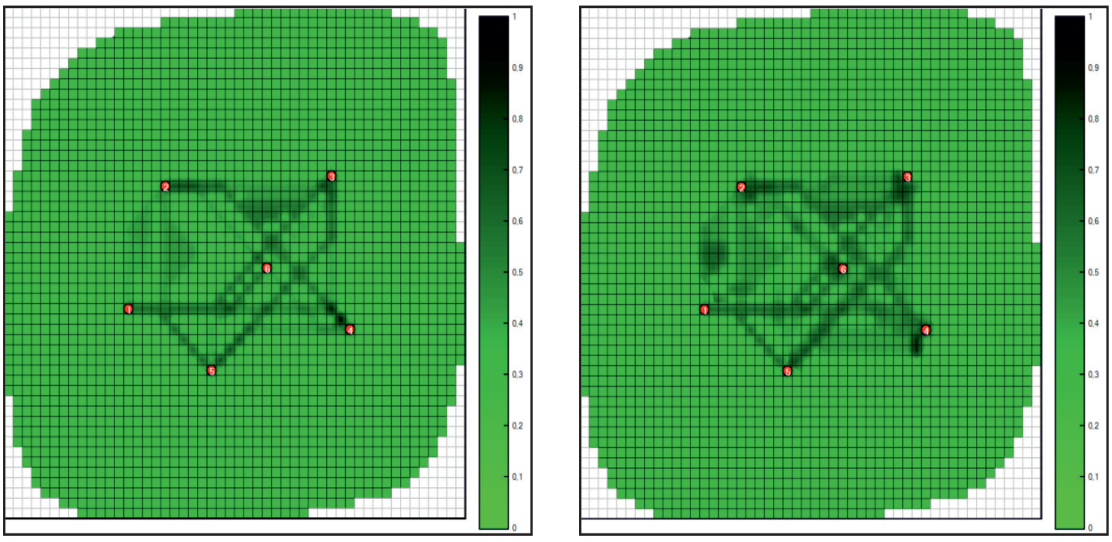
Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оптимизации значений коэффициента пьезопроводности на второй и десятой итерации представлены на рис. 3а и 3б соответственно.



а) *б)*

Рис. 2. Результат фильтрационного сопротивления, рассчитанный на первой итерации (а), и изменение средней относительной погрешности на первой итерации (б)



а) *б)*

Рис. 3. Результаты фильтрационного сопротивления, рассчитанные: на второй итерации (а), на десятой итерации (б)

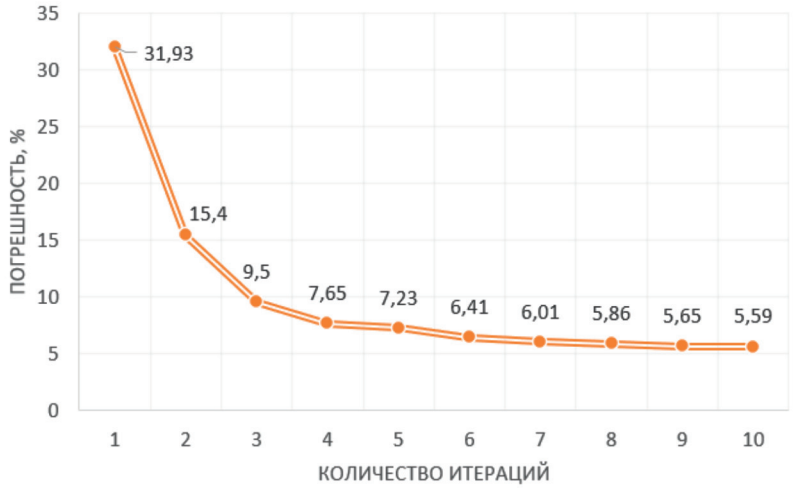


Рис. 4. Изменение относительной погрешности по Δt

Изменение средней относительной погрешности по Δt после расчета траекторий движения сигнала между скважинами по пропластку (2) представлено на рис. 4. Затем вычисляется оценка полученной величины и принимается решение о продолжении или прекращении процесса вычислений (6).

Заключение

Результат проведенного эксперимента по данным одного пропластка тестового месторождения, содержащего пять скважин, с целью проверки применимости метода гидродинамической томографии для расчета коэффициента пьезопроводности по интервальным временам наступления отклика реакции в остановленных скважинах при изменении давления в нагнетающих скважинах продемонстрировал, что описанный метод может быть использован для вычисления фильтрационного сопротивления на основе выбранного начального приближения.

Список литературы

1. Кобрунов А.И. Теоретические основы гидродинамической томографии // Геофизический журнал. 2015. Выпуск 2. С. 27–34.

2. Кобрунов А.И. Математическая модель томографии на давлениях при контроле за разработкой нефтяных месторождений // Известия Коми научного центра Уро РАН. 2012. Выпуск 4-12. С. 82–86.

3. Кобрунов А.И., Кунцев В.Е., Мотрюк Е.Н. Технология оценки связности скважин на основе модели эксплуатации месторождения // Фундаментальные исследования. 2015. № 6–3. С. 452–456.

4. Краснов В.А., Иванов В.А., Хасанов М.М. Помехоустойчивый метод оценки связности пласта по данным эксплуатации месторождений // Российская техническая нефтегазовая конференция и выставка SPE по разведке и добыче (Москва, 16–18 октября 2012 года). SPE. 162053. Москва, 2012.

5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1976. 543 с.

6. Кобрунов А.И., Кунцев В.Е., Мотрюк Е.Н. Вычислительная схема гидродинамической томографии // Фундаментальные исследования. 2016. № 7–2. С. 230–235.

УДК 621.921.34

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН РЕЖУЩЕГО РЕЛЬЕФА ОТРЕЗНОГО КРУГА

Куценко В.Н.

ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», Луганск, e-mail: dahl.univer@yandex.ru, dah.univer@yandex.ru

В статье предложен новый расчетно-экспериментальный способ для определения количества и распределения активных алмазных зерен режущего рельефа отрезного круга. На измерительно-компьютерном комплексе для резки пьезокерамики проведены экспериментальные исследования и математические вычисления величины электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин активных алмазных зерен в точке контакта при резании. Результаты измерений в эксперименте после предварительной математической обработки на компьютере сохранялись в базе данных. В дальнейшем полученные данные после математических вычислений для графической визуализации представлены в виде графиков зависимостей количества и распределения активных алмазных зерен режущего рельефа отрезного круга от угловых координат. Также представлен график усредненного количества активных режущих алмазных зерен рельефа отрезного круга от величины их активности. На основании анализа экспериментальных данных и построенных графиков установлено, что данный способ позволяет более точно и эффективно определить количество и распределение активных алмазных зерен по рельефу отрезного круга. Данный расчетно-экспериментальный способ позволяет оценить качественные параметры режущего рельефа отрезного круга, которые необходимы для дальнейшей оптимизации параметров технологического процесса резки с целью дальнейшего повышения производительности и качества резки пьезокерамики.

Ключевые слова: активные алмазные зерна, режущий рельеф, отрезной круг, режущая способность, пьезокерамика

NEW METHOD FOR DETERMINING THE QUANTITY AND DISTRIBUTION OF ACTIVE DIAMOND GRAINS OF THE CUTTING RELIEF OF THE CUTTING CIRCLE

Kutsenko V.N.

Lugansk State University named after Vladimir Dal, Lugansk, e-mail: dahl.univer@yandex.ru, dah.univer@yandex.ru

The article proposes a new computational and experimental method for determining the number and distribution of active diamond grains of the cutting relief of the cutting wheel. Experimental studies and mathematical calculations of the magnitude of the electric voltage arising in piezoelectric ceramics from impacts of the tops of active diamond grains at the contact point during cutting have been carried out on a measuring-computer complex for cutting piezoceramics. The results of measurements in the experiment, after preliminary mathematical processing on a computer, were saved in the database. In the future, the data obtained after mathematical calculations for graphic visualization are presented in the form of graphs of the dependences of the number and distribution of active diamond grains of the cutting relief of the cutting wheel on the angular coordinates. Also presented is a graph of the average number of active cutting diamond grains of the cut-off wheel relief from the value of their activity. Based on the analysis of the experimental data and the plotted graphs, it was found that this method makes it possible to more accurately and efficiently determine the number and distribution of active diamond grains along the relief of the cutting wheel. This computational and experimental method allows you to evaluate the quality parameters of the cutting relief of the cutting wheel, which are necessary for further optimization of the parameters of the technological cutting process in order to further increase the productivity and quality of cutting piezoelectric ceramics.

Keywords: active abrasive grains, cutting relief, cutting wheel, cutting ability, piezoceramics

В число основных задач при эксплуатации алмазных отрезных кругов входит выбор режимов резания, повышение производительности и качества резки материалов, которые зависят от параметров рабочей поверхности отрезного круга, в том числе от стабильности количества активных абразивных зерен отрезного круга. Поэтому постоянно проводятся эксперименты и исследования по улучшению и контролю режущего рельефа отрезного круга.

В статье [1] приводятся результаты исследований рабочего рельефа алмазных кругов и расположения алмазных зерен в металлической связке с целью повышения стойкости алмазных кругов и определения качества правки круга.

Из статьи [2] известно, что образование нарушенного слоя рабочего рельефа круга происходит в результате множественных соударений алмазных зерен с поверхностью монокристалла. Ведущим механизмом износа монокристаллов алмаза является хрупкое разрушение, одна из стадий которого – усталостное разрушение, приводящее к формированию нарушенного слоя.

В работе [3] изучено влияние концентрации алмазных зерен на режущую способность алмазных абразивных кругов. Показано, что снижение режущей способности круга обусловлено преимущественным износом алмазных зерен и снижением их количества на поверхности рельефа абразивных кругов. Увеличение концентрации алмазных зерен в композиционном материале круга снижает нагрузки на зерна, а также снижает характер их износа.

В работе [4] изучено влияние структуры алмазосодержащих композиционных материалов на режущую способность инструмента при круглом шлифовании монокристаллов алмаза. В меньшей степени изучено влияние структуры алмазосодержащего композиционного материала на режущую способность инструмента.

Основным параметром, характеризующим рельеф и определяющим уровень режущей способности алмазного инструмента, является высота выступания алмазных зерен над уровнем связки. Как показывает обзор литературы, универсального и надежного метода определения формирования рабочей поверхности инструмента не существует [5].

Изучение литературных источников подтверждает необходимость дальнейшего изучения параметров рабочего рельефа алмазного отрезного круга и, в частности, проведение дополнительных экспериментальных исследований для определения количества активных алмазных зерен отрезного круга.

Целью работы является упрощение существующих способов контроля и более объективное определение количества и распределения активных алмазных зерен режущего рельефа отрезного круга. Необходимость дальнейших исследований по этой проблеме подтверждается отсутствием точных, достоверных и в то же время простых способов определения параметров режущего рельефа отрезного круга для дальнейшей оптимизации параметров технологического процесса резки пьезокерамики.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проводились на измерительно-компьютерном комплексе для резки пьезокерамики. Основные вычислительные расчеты и графическая визуализация полученных данных выполнялись на компьютере, подключенном к измерительно-компьютерному комплексу через шлейф передачи данных.

Для решения поставленной задачи были отобраны 10 алмазных отрезных кругов диаметром 50 мм и высотой 0,7 мм с зернистостью 50 % и размером алмазных зерен от 10 мкм до 50 мкм. Измерение величины электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике из материала PZT-4, от ударов вершин активных алмазных зерен режущей кромки отрезного круга в точке резания в экспериментах проводилось путем ее усиления и преобразования в цифровую форму 16-битным АЦП с уравновешиванием заряда с частотой дискретизации 192000 Гц. Результаты измерений в цифровой форме сохранялись в базе данных экспериментов для дальнейшего анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Для получения более объективных результатов в эксперименте необходимо учитывать факторы, значительно влияющие на точность измерений, такие как величина минимального размера алмазного зерна режущего рельефа отрезного круга, угловая скорость вращения алмазного отрезного круга и его диаметр, частота дискретизации при оцифровке измеренного электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике.

Для корректной постановки эксперимента получим зависимость максимально допустимой угловой скорости вращения алмазного отрезного круга от значения частоты дискретизации аналого-цифрового преобразователя, минимального размера алмазного зерна режущего рельефа и наружного диаметра алмазного отрезного круга:

$$\omega = k \cdot \frac{2 \cdot f \cdot b}{d}, \qquad (*)$$

где ω – угловая скорость алмазного отрезного круга, $с^{-1}$;
k – безразмерный коэффициент, $k \leq 1$;
f – частота дискретизации, Гц;
b – минимальный размер алмазного зерна режущего рельефа отрезного круга, м;
d – диаметр алмазного отрезного круга, м.

Для более точного определения количества и распределения активных алмазных зерен режущего рельефа алмазного отрезного круга максимальная угловая скорость вращения алмазного отрезного круга должна быть меньше определенной по формуле (*).

Из формулы (*) следует, что при увеличении частоты дискретизации аналого-цифрового преобразователя можно увеличить допустимую максимальную угловую скорость вращения алмазного отрезного круга, при измерении электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин активных алмазных зерен.

При заданных значениях частоты дискретизации аналого-цифрового преобразователя 192000 Гц, наружного диаметра алмазного отрезного круга 50 мм и принятого значения минимального размера активного алмазного зерна 10 мкм, получаем оптимальную угловую скорость вращения алмазного отрезного круга равной 7,5 $с^{-1}$.

Для определения малоактивных алмазных зерен режущего рельефа алмазного отрезного круга устанавливаем минимально возможное значение подачи инструмента.

Для графической визуализации результатов математической обработки накопленного массива измерений полученные данные представим в виде семейства графиков зависимостей количества и распределения активных алмазных зерен от длины режущего рельефа, величины активности алмазных зерен и угловой координаты алмазного отрезного круга.

Форма измеренного в эксперименте электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин активных алмазных зерен при ее резке на участке режущего рельефа отрезного круга протяженностью 10 мм показана на рис. 1. Из рис. 1 видно, что измеренное значение электрического напряжения, возникающее в пьезокерамике, связано с величиной силы удара отдельных активных алмазных зерен в зоне резания.

На рис. 1 также заметны амплитудные значения электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов отдельных алмазных зерен различных размеров и степени активности на участке режущего рельефа.

Из графика на рис. 1 видно, что активные алмазные зерна режущего рельефа отрезного круга расположены неравномерно, что в значительной степени может уменьшить производительность резки пьезокерамики и в то же время повысить шероховатость поверхности пьезокерамики. Увеличит трудозатраты при последующих технологических операциях, связанных с необходимостью удаления на операциях шлифования и полирования больших объемов структурно-деформированного материала с поверхности пьезокерамики.

Характерное распределение амплитудных значений электрического напряжения от ударов активных алмазных зерен, возникающего в пьезокерамике, от угла режущего рельефа отрезного круга показаны на рис. 2. Хорошо видны участки режущего рельефа отрезного круга различной длины, не участвующие в процессе резки, что влияет на производительность и качество пьезокерамики.

На рис. 3 показано усредненное распределение количества активных алмазных зерен от амплитуды электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин таких алмазных зерен за один оборот алмазного отрезного круга. Анализ графика повышает точность и достоверность измерений параметров режущего рельефа отрезного круга.

Характерное распределение активных алмазных зерен по режущей кромке алмазного круга с шагом $\Delta\varphi = 5°$ показано на рис. 4. На рис. 4 хорошо заметны четыре участка (33 %) режущего рельефа алмазного отрезного круга содержащие минимальное количество активных алмазных зерен и около восьми участков (67 %) с максимальным содержанием активных алмазных зерен, которые в большей степени участвуют в процессе резания пьезокерамики.

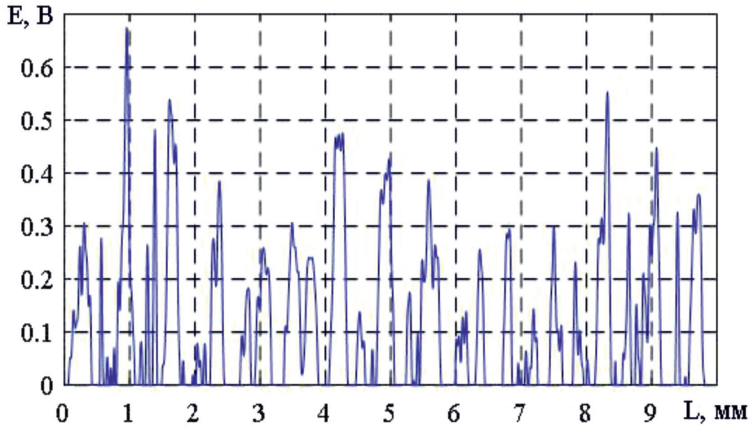


Рис. 1. Форма электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин алмазных зерен на участке режущего рельефа протяженностью 10 мм

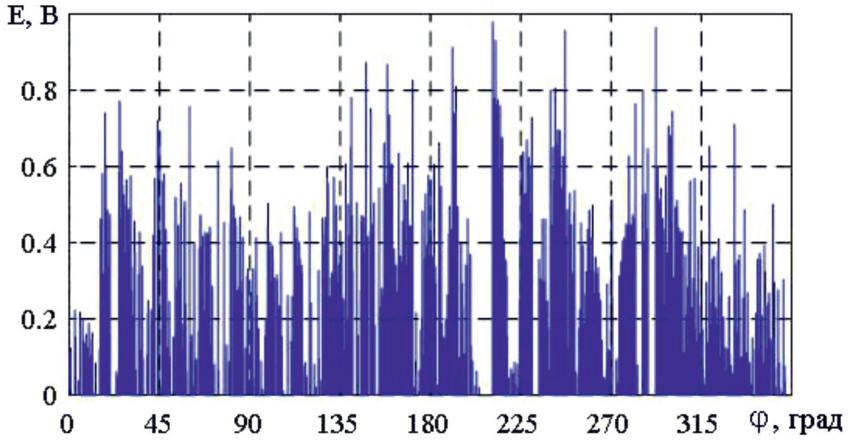


Рис. 2. Распределение амплитудных значений электрического напряжения от ударов активных алмазных зерен, возникающего в пьезокерамике, от угла окружности отрезного круга

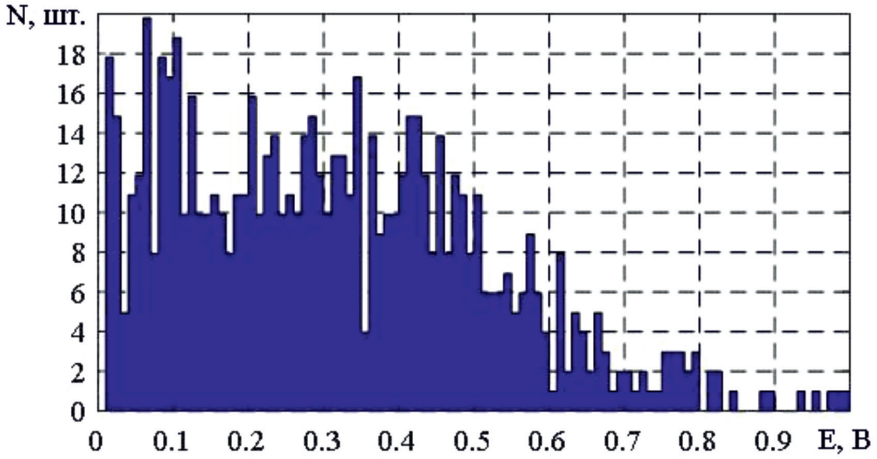


Рис. 3. Усредненное распределение количества активных алмазных зерен от величины амплитуды электрического напряжения, возникающего в пьезокерамике от ударов вершин алмазных зерен за один оборот алмазного отрезного круга

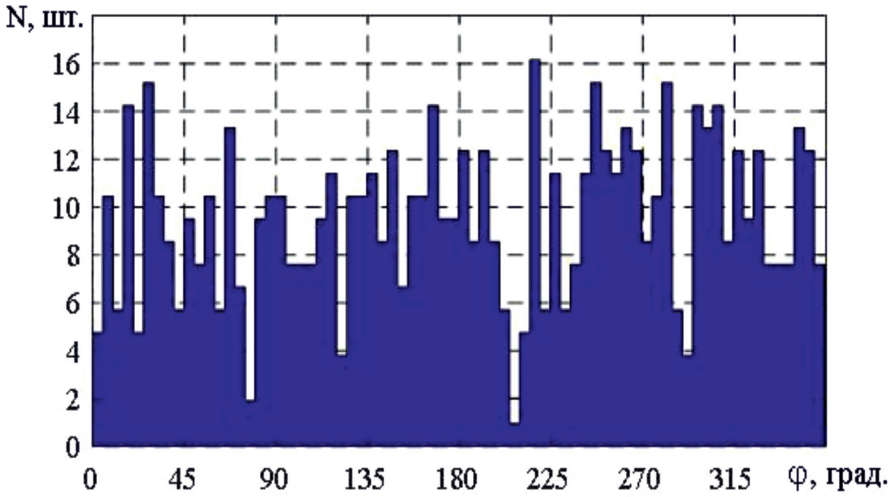


Рис. 4. Распределение активных алмазных зерен по режущей кромке алмазного круга с шагом $\Delta\varphi = 5°$

Заключение

По результатам статистического анализа экспериментальных данных установлено следующее.

1. Предложенный расчетно-экспериментальный способ сокращает трудозатраты при определении количества и распределения активных алмазных зерен режущего рельефа отрезного круга, необходимые для оценочной характеристики режущей способности отрезного круга.

Также дает возможность определить концентрацию активных алмазных зерен режущего рельефа непосредственно на станке резки для оптимизации технологического процесса по скорости подачи инструмента, повысит производительность и качество поверхности пьезокерамики.

2. По результатам сравнительного анализа результатов контроля возможно выбрать алмазные отрезные диски с наиболее удачным расположением алмазных зерен для большей производительности при малом, более равномерном давлении на инструмент и малом нагреве.

3. Предложенный способ контроля состояния режущего рельефа алмазного отрезного круга обладает хорошей наглядностью графических результатов. Допускает более точное определение необходимости правки или замены алмазного отрезного круга непосредственно на станке резки. Результаты контроля способствуют более обоснованному выбору режимов электроэрозионной и электрохимической правки для увеличения стойкости алмазного отрезного круга.

Список литературы

1. Баландин Д.А., Зверовщиков В.З., Миронычев Н.А. Влияние расположения алмазов в поверхностном слое на работоспособность алмазных кругов // Прогрессивные технологии в современном машиностроении: сборник статей VX Международной научно-технической конференции. (Пенза, 25–26 июня 2020 г.). Издательство: Автономная некоммерческая научно-образовательная организация «Приволжский Дом знаний», 2020. С. 128–135.

2. Кузей А.М., Бабич В.Е. Механизм контактного взаимодействия при обработке монокристаллов алмаза алмазосодержащими композиционными материалами // Трение и износ. 2017. Т. 38. № 6. С. 510–519.

3. Бабич В.Е. Исследование влияния концентрации алмазных зерен на режущую способность алмазно-абразивного инструмента при резании стали // Современные методы и технологии создания обработки материалов. Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2019. С. 118–125.

4. Кузей А.М., Бабич В.Е. Влияние микроструктуры алмазосодержащего композиционного материала на режущую способность инструмента при шлифовании монокристалла алмаза // Вестник ЖДТУ. Серия: Технические науки. 2017. № 2 (80). С. 29–34.

5. Васильева М.И., Шарин П.П., Винокуров Г.Г., Федоров М.В. Определение количества режущих алмазных зерен на рабочей поверхности алмазного сверла // Деформация и разрушение материалов и наноматериалов: сборник материалов VII Международной конференции (Москва, 7–10 ноября 2017 г.). 2017. С. 66–68.

УДК 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ГАЗА

Митин К.В., Дорогавцев И.В.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,
e-mail: KMitin@sfu-kras.ru, IDorogavtsev@sfu-kras.ru

Целью проведения данного исследования является анализ существующих методов моделирования потоков частиц, а также анализ применимости методов для моделирования потоков заряженных частиц в электростатическом поле электродов пластинчатого электрофильтра очистки отходящих газов ЭГАВ 1-40-9-6-3 и создание математической модели движения заряженных частиц. Выделяют три основные группы методов частиц: частица-частица (лагранжевы методы частиц), частица-сетка (эйлеров подход) и частица-частица – частица-сетка (смешанные методы частиц). Большинство вышеприведенных методов частиц носят научно-исследовательский характер, но они практически не имеют приложений в технике, но при соответствующей адаптации могут быть успешно применены в моделировании процессов электролиза, газоочистки, движения газа при трубопроводном проветривании. В основу математической модели движения заряженной частицы положены законы движения электрона под действием электростатического поля. Для каждого участка траектории строятся отдельные уравнения движения. Смоделированы также случаи столкновения частиц друг с другом и столкновения частицы со стенкой электрофильтра. Для компьютерного моделирования потока частиц пыли была создана программа эмулятор, где электрофильтр представлен как пространство между катодом и анодом, окруженное стенками (диэлектриками).

Ключевые слова: заряженная частица, поток частиц, электростатическое поле, сплайн, 3D моделирование

MODELING OF PARTICLE CHARGED FLOW IN GAS CLEANING PROCESSES

Mitin K.V., Dorogavtsev I.V.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk,
e-mail: KMitin@sfu-kras.ru, IDorogavtsev@sfu-kras.ru

The purpose of this study is to analyze existing methods for modeling particle flows, as well as to analyze the applicability of methods for modeling flows of charged particles in the electrostatic field of electrodes of a plate electrostatic precipitator for cleaning exhaust gases EGAV 1-40-9-6-3 and create a mathematical model of the movement of charged particles. There are three main groups of particle methods: particle-particle (Lagrangian particle methods), particle-mesh (Euler approach) and particle-particle-particle-mesh (mixed particle methods). Most of the above particle methods are of a scientific research nature, but they practically have no applications in technology, but with appropriate adaptation, they can be successfully applied in modeling the processes of electrolysis, gas cleaning, gas movement during pipeline ventilation. The mathematical model of the motion of a charged particle is based on the laws of motion of an electron under the action of an electrostatic field. For each section of the trajectory, separate equations of motion are constructed. The cases of collision of particles with each other and collision of a particle with the wall of the electrostatic precipitator are also modeled. For computer simulation of the flow of dust particles, an emulator program was created, where the electrostatic precipitator is represented as a space between the cathode and the anode, surrounded by walls (dielectrics).

Keywords: the charged particle, particle charged flow, an electrostatic field, spline, 3D modeling

Выделяют три основные группы методов частиц: частица-частица (лагранжевы методы частиц), частица-сетка (эйлеров подход) и частица-частица – частица-сетка (смешанные методы частиц) [1, 2]. Большинство вышеприведенных приложений методов частиц носят научно-исследовательский характер [2, 3]. Однако они практически не имеют приложений в технике, но при соответствующей адаптации могут быть успешно применены в моделировании процессов электролиза, газоочистки, движения газа при трубопроводном проветривании [4–6].

Целью проведения данного исследования является анализ существующих методов моделирования потоков частиц, а также анализ применимости методов для моделирования потоков заряженных частиц в электростатическом поле электродов пластинчатого электрофильтра очистки отходящих газов ЭГАВ 1-40-9-6-3 и создать математическую модель движения заряженных частиц. Результаты моделирования должны согласоваться с процессом очистки отходящих газов в электрофильтре.

Моделирование

Пусть электроды расположены на границе трехмерной прямоугольной области, то есть параллелепипеда. Без ограничения общности можно рассматривать только случай, когда электроды расположены на гранях. Будем считать при этом, что заряды на гранях параллелепипеда известны и распределены равномерно. Если грань не яв-

ляется поверхностью электрода, заряд полагается равным нулю. При таких условиях характеристики электростатического поля (потенциал, напряженность), создаваемого между электродами внутри параллелепипеда, зависят только от переменных x и y. Таким образом мы можем моделировать процесс только в плоскости XOY.

Рассмотрим прямоугольник D в плоскости XOY, высота которого равна l_1, а длина основания – $2d$ (рис. 1). Будем использовать для границ прямоугольника те же обозначения, что и для граней параллелепипеда, к которым они принадлежат. Обозначим через q_i заряд на поверхности P_i.

$$D = \left\{(x,y) \;\middle|\; x \in (-d,d), y \in (0,l_1)\right\}.$$

Граничные условия имеют вид

$$\varphi(-d,y) = q_1, \varphi(d,y) = q_2, y \in [0,l_1], \quad (1)$$

$$\varphi(x,0) = q_3, \varphi(x,l_1) = q_4, x \in (-d,d). \quad (2)$$

Для расчета потенциала необходимо, чтобы выполнялись условия согласования

$$\lim_{x\to -d} \varphi(x,0) = \lim_{y\to 0} \varphi(-d,y) = q_1,$$

$$\lim_{x\to d} \varphi(x,0) = \lim_{y\to 0} \varphi(d,y) = q_2,$$

$$\lim_{x\to -d} \varphi(x,l_1) = \lim_{y\to l_1} \varphi(-d,y) = q_1,$$

$$\lim_{x\to d} \varphi(x,0) = \lim_{y\to l_1} \varphi(d,y) = q_2.$$

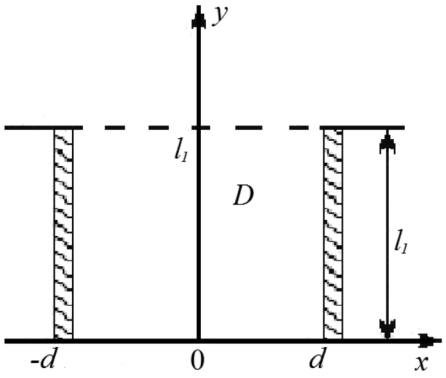


Рис. 1. Область D

Этого можно добиться, заменив условия (2) приближенными условиями

$$\varphi(x,0) \approx \mu_1(x) = \begin{cases} \varphi_1(x), -d < x < -d+\delta \\ 0, \quad -d+\delta \le x \le d-\delta \\ \varphi_2(x), d-\delta < x < d, \end{cases} \quad (3)$$

$$\tilde{\varphi}(x,l_1) = \mu_2(x) = \begin{cases} \varphi_3(x), -d < x < -d+\delta \\ 0, \quad -d+\delta \le x \le d-\delta \\ \varphi_4(x), d-\delta < x < d, \end{cases} \quad (4)$$

где $\delta > 0$ – достаточно малое действительное число, $\varphi_i(x)$, $i = 1,2,3,4$ – дважды непрерывно дифференцируемые функции, $\varphi_1(-d) = \varphi_3(-d) = q_1$, $\varphi_2(d) = \varphi_4(d) = q_2$.

Пусть $\tilde{\varphi}(x,y)$ – решение краевой задачи (1), (3), (4). Наиболее удобно взять φ_1 и φ_2 в виде кубических сплайнов:

$$\varphi_1(x) = q_1\left(1 - \frac{x+d}{\delta}\right)^3, \varphi_2(x) = q_2\left(1 + \frac{x-d}{\delta}\right)^3.$$

При таком выборе $\varphi_1(x)$ и $\varphi_2(x)$

$$\int_{-d}^{d} \tilde{\varphi}^2(x)dx = \int_{-d}^{-d+\delta} q_1\left(1 - \frac{x+d}{\delta}\right)^6 dx + \int_{d-\delta}^{d} q_2\left(1 + \frac{x-d}{\delta}\right)^6 dx = (q_1+q_2)\frac{\delta}{7} \to 0 \text{ при } \delta \to 0.$$

Это доказывает, что функция $\tilde{\varphi}(x,0)$ аппроксимирует граничные данные (2).

Из уравнения Лапласа следует, что

$$-\int_D (\varphi-\tilde{\varphi})\, div\, grad(\varphi-\tilde{\varphi})dx = \int_{-d}^{-d+\delta} (\varphi'_1(x))(-\varphi_1(x))dx - \int_{d-\delta}^{d} (-\varphi'_2(x))(-\varphi_2(x))dx +$$

$$+\int_D \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dx = \frac{1}{2}\left(q_1^2-q_2^2\right)+\int_D \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dx = 0,$$

откуда

$$\int_D \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dx = \frac{1}{2}\left(q_2^2-q_1^2\right). \qquad (5)$$

Используя неравенство Гельдера

$$\left|\int_D uv\,dx\right| \le \left(\int_D u^4\,dx\right)^{1/4}\left(\int_D v^{4/3}\,dx\right)^{3/4}$$

и тот факт, что $\varphi-\tilde{\varphi}\equiv 0$ в области $(-d+\delta, d-\delta)\times(0,l_1)$ как решение задачи Дирихле для уравнения

$$-div\,\mathbf{E} = div\,grad\,\varphi \equiv \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} = 0 \qquad (6)$$

с однородными граничными условиями, из (5) получаем

$$\int_D \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^{3/2} dx = \int_{-d}^{-d+\delta} dx \int_0^{l_1} \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^{3/2} dy + \int_{d-\delta}^{d} dx \int_0^{l_1} \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^{3/2} dx \le$$

$$\le (\delta l_1)^{1/4}\left[\int_{-d}^{-d+\delta} dx \int_0^{l_1} \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dy\right]^{3/4} + (\delta l_1)^{1/4}\left[\int_{d-\delta}^{d} dx \int_0^{l_1} \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dy\right]^{3/4} \le$$

$$\le 2(\delta l_1)^{1/4}\left[\int_D \left|grad\,(\varphi-\tilde{\varphi})\right|^2 dy\right]^{3/4} \le 2(\delta l_1)^{1/4}\left[\frac{1}{2}\left(q_2^2-q_1^2\right)\right]^{3/4} = \delta^{1/4}\left[2l_1\left(q_2^2-q_1^2\right)^3\right]^{1/4} \to 0$$

при $\delta\to 0$, откуда следует, что $\int_D \left|\mathbf{E}-\tilde{\mathbf{E}}\right|^{3/2} \to 0$ при $\delta\to 0$, где $\tilde{\mathbf{E}} = grad\,\tilde{\varphi}$. Таким образом, $\tilde{\mathbf{E}}$ аппроксимирует $\mathbf{E}$.

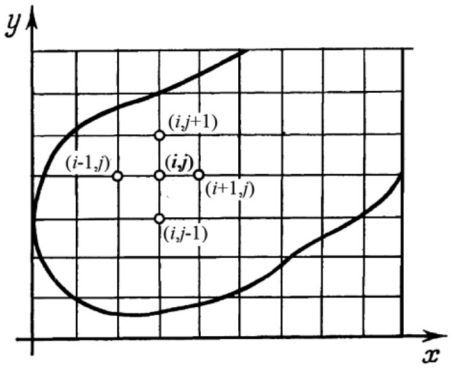


Рис. 2. Пятиточечный шаблон

Задачу (1) и (3) будем решать численно, используя разностный метод (метод сеток) [4, 5]. Для этого построим разностную схему на пятиточечном шаблоне (рис. 2). Зададим сетку в области D с шагом h_x по x и h_y по y. Положим

$$M = \frac{2d}{h_x}, \quad N = \frac{l_1}{h_y}, \quad x_i = -d + ih_x, \quad y_j = jh_y, \quad i = 0,1,2,...,M, \quad j = 0,1,2,...,N.$$

Вторые производные в уравнении (6) заменим симметричными разделенными разностями:

$$\frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial x^2} \approx \frac{\tilde{\varphi}_{i+1,j} - 2\tilde{\varphi}_{i,j} + \tilde{\varphi}_{i-1,j}}{h_x^2},$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial y^2} \approx \frac{\tilde{\varphi}_{i,j+1} - 2\tilde{\varphi}_{i,j} + \tilde{\varphi}_{i,j-1}}{h_y^2},$$

где $\tilde{\varphi}_{i,j} = \tilde{\varphi}(x_i, y_i), i = 0,1,2,...,M, j = 0,1,2,...,N.$ Разностная схема имеет вид

$$\begin{cases} \Delta^h \tilde{\varphi} \equiv \dfrac{\tilde{\varphi}_{i+1,j} - 2\tilde{\varphi}_{i,j} + \tilde{\varphi}_{i-1,j}}{h_x^2} + \dfrac{\tilde{\varphi}_{i+1,j} - 2\tilde{\varphi}_{i,j} + \tilde{\varphi}_{i-1,j}}{h_y^2} = 0, \\ i = 1,2,...,M-1, \quad j = 1,2,...,N-1; \\ \tilde{\varphi}_{0n} = q_1, \quad \tilde{\varphi}_{Mn} = q_2, \quad n = 0,1,2,...,N; \\ \tilde{\varphi}_{m,0} = \tilde{\varphi}_{m,n} = \mu(x_m), \quad m = 1,2,...,M-1. \end{cases} \tag{7}$$

Данная разностная схема устойчива. Приближенное решение сеточной задачи (7) сходится к точному решению задачи (1), (3) при $h_x \to 0$ и $h_y \to 0$, причем порядок скорости сходимости совпадает с порядком аппроксимации $h_x^2 + h_y^2$.

Пусть в момент t_1 заряженная частица находится в точке с координатами (x_1, y_1) и имеет скорость $\overline{v}(t_1) = (v_x(t_1), v_y(t_1))$. Уравнение движения частицы вдоль оси X имеет вид

$$mx'' = qE_x. \tag{8}$$

Так как q и E постоянны, ускорение частицы вдоль оси X равно

$$a_x = \frac{q \cdot E_x}{m} = \text{const},$$

то есть движение вдоль X равноускоренное. Найдем скорость v_x из (8):

$$\nu_x = x' = \frac{q \cdot E_x}{m} \cdot t + C_1.$$

Постоянная интегрирования C_1 определяется из начального условия $v_x = v_x(t_1)$ при $t = t_1$, что дает для C_1 значение, равное нулю. Последнее выражение перепишем следующим образом:

$$\frac{dx}{dt} = \nu_x = \frac{q \cdot E_x}{m} \cdot t + v_x(t_1), \tag{9}$$

отсюда

$$x = \frac{q \cdot E_x}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + v_x(t_1) \cdot t + C_2.$$

Из начального условия $x(0) = x_1$ следует, что $C_2 = x_1$. Поэтому

$$x = \frac{q \cdot E_x \cdot t^2}{2 \cdot m} + v_x(t_1) \cdot t + x_1.$$

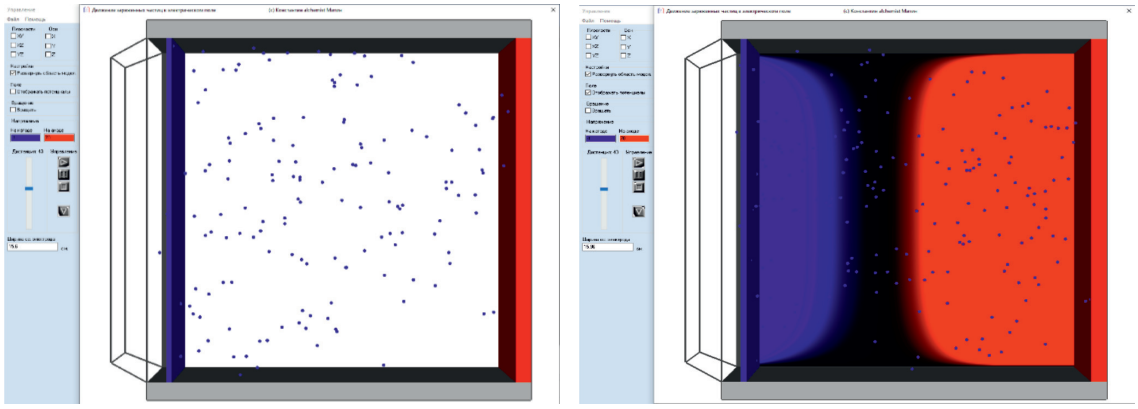


Рис. 3. Моделирование потока пыли при работе электрофильтра ЭГАВ 1-40-9-6-3. Данный тип электрофильтров характерен для большинства крупных промышленных предприятий Российской Федерации и стран СНГ [11, 12]

Перейдем к решению уравнения движения вдоль оси *Y*:

$$my'' = qE_y. \qquad (10)$$

Так как q и E_y постоянны, ускорение частицы вдоль оси y равно

$$a_y = \frac{q \cdot E_y}{m} = \text{const}.$$

Таким образом, движение вдоль *Y* также равноускоренное:

$$\nu_y = y' = \frac{q \cdot E_y}{m} \cdot t + v_y(t_1), \qquad (11)$$

отсюда

$$y = \frac{q \cdot E_y}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + v_y(t_1)t + C_6.$$

Из начального условия $y(0) = 0$ получаем для C_6 значение, равное y_1. Поэтому:

$$y = \frac{q \cdot E_y}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + v_y(t_1)t + y_1.$$

Таким образом, система кинематических уравнений движения частицы в электростатическом поле имеет вид

$$x = \frac{q \cdot E_x \cdot t^2}{2 \cdot m} + v_x(t_1) \cdot t + x_1, \qquad (12)$$

$$y = \frac{q \cdot E_y}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + v_y(t_1)t + y_1. \qquad (13)$$

В частности, при параллельном расположении электродов напряженность поля остается постоянной во всей области, причем $E_y = 0$. Поэтому в силу начальных условий $x(0) = -d/2$, $y(0) = y_0$, $x'(0) = v_{0x}$, $y'(0) = v_{0y}$ уравнения (12), (13) принимают вид

$$x = \frac{q \cdot E_x \cdot t^2}{2 \cdot m} + v_x(t_1) \cdot t + x_1,$$

$$y = y_0.$$

Уравнения (12), (13) параметрически задают прямую $y = y_0$ на плоскости xOy, представляющую траекторию движения заряженной частицы в пространстве между электродами [7–9].

На рис. 3 представлены результаты численного эксперимента в виде компьютерного моделирования движения заряженных частиц пыли в электрофильтре ЭГАВ 1-40-9-6-3 [7–9], где слева – поток заряженных частиц пыли в электрофильтре, справа – потенциалы коронирующего (синий) и осадительного (красный) электродов, в специально разработанной для этого программе [10].

Заключение

Для моделирования потока частиц пыли был разработан метод частиц, относящийся к смешанным алгоритмам, в котором каждый участок траектории движения частицы рассматривается как сплайн и находится путем дискретизации напряженности и интегрирования уравнений движения в электростатическом поле [7–9]. Численный эксперимент по компьютерному моделированию потока частиц пыли в электрофильтре был проведен для электрофильтра ЭГАВ 1-40-9-6-3, тип которого характерен для большинства крупных промышленных предприятий Российской Федерации и стран СНГ [10, 11] и делался в специально разработанной для этого программе [12].

Результаты моделирования согласуются с процессами, происходящими в электрофильтре во время его работы.

Список литературы

1. Вшивков В.А., Терехов А.В. О самодействии в методе частиц в ячейках // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2008. Т. 9. № 1. С. 48–57.

2. Григорьев Ю.Н., Вшивков В.А., Федорук М.П. Численное моделирование методами частиц-в-ячейках. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. 360 с.

3. Вшивков В.А., Боронина М.А. Трехмерное моделирование динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц: особенности вычисления начальных и граничных условий // Математическое моделирование. 2012. Т. 24 (2). С. 67–83.

4. Берендеев Е.А., Боронина М.А., Вшивков В.А., Ефимова А.А. Особенности использования цилиндрической геометрии при решении задач физики плазмы методом частиц в ячейках // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2016): труды международной научной конференции. 2016. С. 442–453.

5. Боронина М.А., Вшивков В.А. Математическое моделирование движения пучков заряженных частиц с ненулевым углом встречи // Марчуковские научные чтения – 2017. Труды Международной научной конференции. 2017. С. 113–118.

6. Боронина М.А., Вшивков В.А. Параллельный алгоритм для численного моделирования встречных пучков ультрарелятивистских частиц с учетом угла встречи // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2018. Т. 16. № 4. С. 31–40.

7. Lyubanova A.Sh., Mitin K.V. Modeling of the ions streams by the method of particles // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20. С. 14–18.

8. Lyubanova A.Sh., Mitin K.V. Modeling of the ions streams by the method of particles // Вестник Казахского национального университета. Серия: Математика, механика, информатика. 2015. Т. 20. № 3–3 (86). С. 14–18.

9. Митин К.В. Моделирование потоков заряженных частиц применительно к технологическим процессам // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 4 (135). С. 93–100.

10. Митин К.В., Любанова А.Ш. ELECTROMODELSNRCH 1.0 № А.с. № 2012616247 от 22.05.2012.

11. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрябин Г.М. Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности. М.: Химия, 1993. 320 с.

12. Морозов С.Д. Алгоритм расчёта эффективности сухого пластинчатого электрофильтра с учётом распределения частиц пыли по размерам // Актуальные проблемы современной науки. 2017. № 4 (95). С. 251–253.

УДК 531.7

ВИДЕОИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СБОРКИ КАТОДНОГО УЗЛА РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ

[1]Митрофанов С.С., [1]Миннигазимов Р.И., [1]Поваров К.С., [2]Иванов А.Н., [3]Терентьев Н.Ю.

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург, e-mail: od@itmo.ru, od@mail.ifmo.ru;

[2]Филиал АО «Корпорация Комета – НПЦ ОЭКН», Санкт-Петербург, e-mail: ian2310@rambler.ru;

[3]АО «ЛОМО», Санкт-Петербург, e-mail: torrel@mail.ru

В работе отмечается широкое применение рентгеновских трубок в современных областях науки, медицины, системах безопасности и техники. Указывается, что параметры и качество изготовления трубки определяют во многом характеристики прибора в целом. Показано, что качество трубки определяется точностью сборки катодного узла, при этом объективных и производительных средств контроля не выявлено. Поэтому разработка автоматизированных средств измерительного контроля сборки катодного узла трубки – задача актуальная. Рассмотрена конструкция разработанного прибора для измерения положения спирали катода рентгеновской трубки относительно фокусирующего электрода и анода. Прибор содержит основание, видеокамеру, механизмы фокусировки и фиксации трубки, приспособление для метрологической калибровки. Управление прибором осуществляется компьютером по специальной программе. Дается методика настройки и работы на приборе. Приведены результаты измерения положения спирали и паза фокусирующего электрода катодного узла относительно центра коварового кольца трубки нескольких партий трубок. Их обработка и анализ средствами математической статистики показали устойчивость технологического процесса сборки катодных узлов различных типоразмеров трубок. Показана высокая эффективность применения прибора контроля, даны рекомендации по улучшению технологического процесса сборки трубок.

Ключевые слова: рентгеновская трубка, спираль, калибровка, измерение положения, разработка конструкции

VIDEO MEASURING DEVICE FOR MONITORING THE ASSEMBLY OF THE CATHODE UNIT OF THE X-RAY TUBE

[1]Mitrofanov S.S., [1]Minnigazimov R.I., [1]Povarov K.S., [2]Ivanov A.N., [3]Terentev N.Yu.

[1]National Research University ITMO, Saint Petersburg, e-mail: od@itmo.ru, od@mail.ifmo.ru;

[2]Branch of AO «Corporation Comet – SPC UECN», Saint Petersburg, e-mail: ian2310@rambler.ru;

[3]AO «LOMO», Saint Petersburg, e-mail: torrel@mail.ru

The paper notes the widespread use of X-ray tubes in modern fields of science, medicine, security systems and technology. It is pointed out that the parameters and quality of the tube manufacture largely determine the characteristics of the device as a whole. It is shown that the quality of the tube is determined by the accuracy of the assembly of the cathode assembly, while no objective and efficient means of control have been identified. Therefore, the development of automated means for measuring control of the tube cathode assembly is an urgent task. The design of the developed device for measuring the position of the X-ray tube cathode spiral relative to the focusing electrode and the anode is considered. The device contains a base, a video system, mechanisms for focusing and fixing a tube, a device for metrological calibration. The device is controlled by a computer using a special program. A methodology for setting up and working on the device is given. The results of measuring the position of the spiral and the slot of the focusing electrode of the cathode assembly relative to the center of the kovar ring of the tube of several batches of tubes are presented. Their processing and analysis by means of mathematical statistics showed the stability of the technological process of assembling cathode assemblies of various standard sizes of tubes. The high efficiency of the control device is shown, and recommendations are given for improving the technological process of tube assembly.

Keywords: X-ray tube, spiral, calibration, position measurement, design development

Рентгеновская аппаратура всё шире используется в современном мире в различных областях науки и техники и занимает одно из ведущих мест в ряду средств, применяемых для изучения строения вещества, неразрушающего контроля качества изделий, радиационной технологии, исследования быстропротекающих процессов, обеспечения вопросов безопасности и решения других научных и технических задач [1, 2]. Функциональные возможности и технический уровень этих устройств в значительной мере определяются параметрами используемых в них источников рентгеновского излучения – рентгеновских трубок.

Конструктивное исполнение трубок различно, но постоянно растут требования к качеству создаваемого ими излучения, к параметрам рентгеновской аппаратуры и расширению сферы применения рентгеновского излучения [3].

При изготовлении рентгеновских трубок необходимо контролировать взаимное положение катода, фокусирующего электрода

и анода. Если эти детали плохо центрированы относительно друг друга, то возникает погрешность размера фокусного пятна [4], и в результате падает разрешающая способность рентгенографической установки. Используемые сейчас для определения взаимного положения указанных деталей визуальные приспособления имеют низкую точность и требуют участия опытного оператора. Поэтому необходима разработка измерительного устройства, позволяющего уменьшить влияние ошибок оператора на результат измерений, погрешность измерений, увеличить скорость проведения измерений, автоматизировать процесс измерения, обработку и выдачу результатов.

Объект исследования

Для решения поставленной задачи на факультете прикладной оптики Университета ИТМО был разработан и изготовлен прибор для измерения положения спирали и паза узла катода рентгеновской трубки, удовлетворяющий указанным требованиям, который представлен на рис. 1.

Прибор [5] состоит из массивной плиты 1, которая удерживается тремя опорами 2. В верхней части плиты установлен пузырьковый уровень 3, позволяющий горизонтировать прибор при работе. На плите монтируются все основные узлы прибора. Это верхняя плата 4, служащая для крепления посредством винтов механизма фокусировки 6 видеокамеры 10, механизма фиксации 11 баллона трубки. В состав прибора входят три различных механизма фиксации, так как прибор предназначен для контроля трубок различных типоразмеров. Установка нужного механизма производится винтами 12.

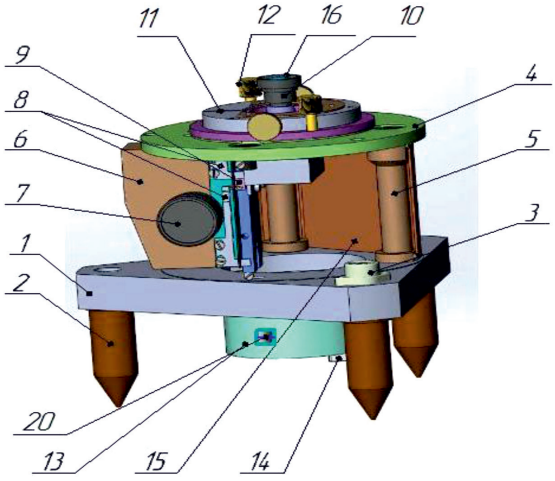


Рис. 1. Прибор контроля катодного узла рентгеновской трубки

Наведение на резкое изображение спирали и паза осуществляется при вращении маховичков 7. Для облегчения этой операции предусмотрены вспомогательные метки 8 и индекс 9, а также подсветка спирали при помощи осветителя 17, который активируется тумблером 20 и размещается на верхней оправе объектива видеокамеры 10. Осветитель содержит шесть светодиодов, обеспечивающих хороший контраст и равномерную засветку.

Прибор сопрягается с управляющим персональным компьютером (ПК) (на рис. 1 не показан) при помощи USB-кабеля, подключаемого к разъему 14, который крепится на нижнем стакане 13.

Для предохранения от внешних засветок и пыли по периметру прибор закрыт съемными кожухами 15.

Методика применения прибора

Прибор функционирует в полуавтоматическом режиме под управлением ПК по специально созданной программе. Перед началом работы устанавливается необходимый механизм фиксации трубки и проводится калибровка видеокамеры (рис. 2, а). Только после этого приступают к проведению измерений.

Процесс калибровки начинается с установки на прибор промежуточной калибровочной втулки, расстояние между торцами которой соответствует расстоянию от плоскости установки контролируемой трубки до её спирали. На втулку закрепляется калибровочное приспособление (рис. 2, а) и выбирается в программе управления режим «Калибровка» путем установки галочки в соответствующем окне программы (рис. 3). Выбор осуществляется кликанием мышью ПК. В этом режиме программой ПК формируется на экране монитора цифровая марка, представляющая из себя фигуру в виде прямоугольника с диагоналями, центр которых задает номинальный центр коварового кольца трубки. Само приспособление состоит из цилиндрической втулки, с одной стороны в которую вставлена аттестованная линейная шкала с ценой деления 0,1 мм, а с другой закреплен осветитель. При установке приспособления получается, что плоскость делений шкалы совпадает с верхней плоскостью промежуточной калибровочной втулки, т.е. положение шкалы и положение спирали при контроле будут совпадать.

В дальнейшем перемещением видеокамеры добиваются резкого изображения шкалы на экране монитора ПК.

Задача калибровки заключается в приведении перекрестия видеокамеры в центр

калибровочной шкалы и установлении соответствия между шагом шкалы и шагом ее изображения на приемнике видеокамеры. Для этого растягиванием вертикальных границ прямоугольника мышью устанавливают горизонтальный размер, равный заданному, в разделе «Калибровка», «Размер, мм». На рис. 3 размер прямоугольника равен 9 мм. Он же указан в окне «Размер, мм». Перекрестие приводится в центр поля зрения (прямоугольник) простым перемещением с помощью мыши ПК.

После калибровки визирная ось видеокамеры ориентирована перпендикулярно к базовой поверхности устройства фиксации баллона трубки (коваровое кольцо) и проходит через его центр. Также устранена погрешность «рена» видеокамеры.

После калибровки установка готова к работе. Приспособление для калибровки демонтируется, на приборе закрепляется контролируемая трубка (рис. 2, б). Убирается галочка «Калибровка» и прибор автоматически переходит в режим измерения. Вид на экране дисплея, который будет наблюдаться в этом режиме, содержит изображение спирали катода и паза фокусирующего электрода (рис. 4). В дальнейшем необходимо выбрать один из режимов измерения, либо паза, либо спирали. Если в программе выбирается режим измерения паза путем активации поля «Выделение паза», на экране монитора появляется фигура с двумя пересекающимися диагоналями. Оператор устанавливает вертикальные и горизонтальные линии этой фигуры по краям паза. Положение горизонтальной линии дает размер *X*, а вертикальной – размер *Г*, которые являются величинами смещения. Аналогичные операции выполняются при измерении положения для спирали при активации режима «Выделение спирали».

а) *б)*

Рис. 2. Вид прибора в процессе калибровки (а) и в процессе измерения (б)

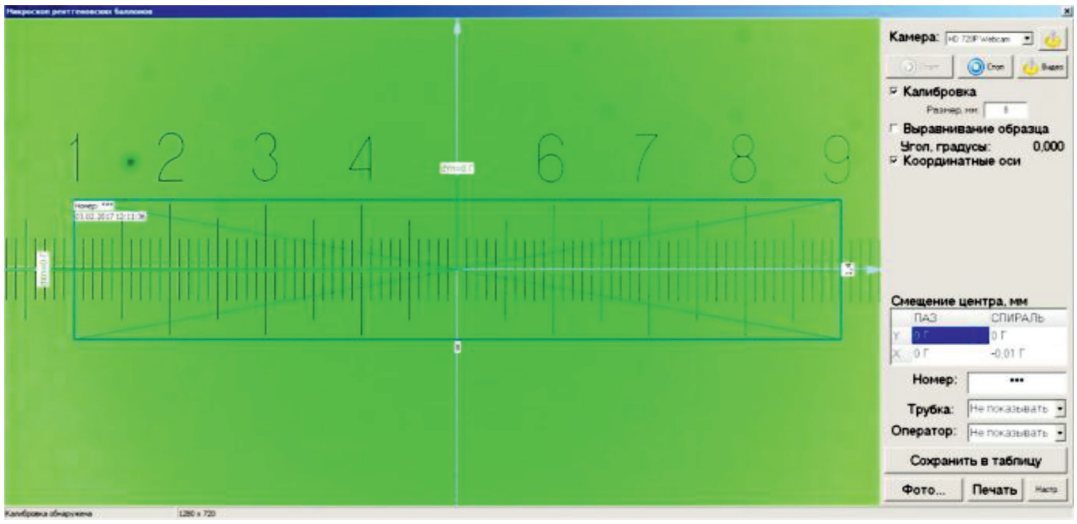


Рис. 3. Вид дисплея программы в режиме «Калибровка»

Эти величины *X* и *Y* можно видеть в окне «Смещение центра, мм». При этом величина смещения маркируется буквами *Г* (годен) или *Б* (брак) после их сравнения с допуском, как показано на рис. 4. При этом величины с буквой *Б* выделяются красным цветом. Величина допуска указывается в программе ПК заранее для выбранного типоразмера трубки. Контролируемые параметры, номер трубки, фамилия оператора протоколируются в файле при выборе режима «Сохранить в таблицу».

Результаты исследования и их обсуждение

Для апробации разработанного прибора на нем были исследованы две группы трубок, по 52 и 58 штук соответственно. Процесс измерения в группах немного отличался. В первой группе измерения выполнялись однократно, а во второй группе – двукратно (исходное измерение и при развороте трубки на π). Для второй группы ставилась задача выявления других дефектов катодного узла: неровности краев паза, наличие зауссенцев, неравномерность шага витков спирали, разный наклон витков к оси, наклон спирали в горизонтальной плоскости.

Полученные результаты измерений, сохраненные в файле, обрабатывались стандартными средствами математической статистики программы MC Excel.

В каждой группе были исключены результаты измерений с большими величинами смещений спирали (грубые промахи), которые явились последствиями небрежной сборки или повреждений при транспортировке. После были вычислены параметры рассеяния величин смещений спирали и паза по осям *X* и *Y* и смещения спирали относительно паза, а именно среднее арифметическое значение Δy, среднеквадратическое отклонение σ и предельные отклонения $\Delta y^{пр}_{min}, \Delta y^{пр}_{max}$, при доверительной вероятности 99,7%. Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2.

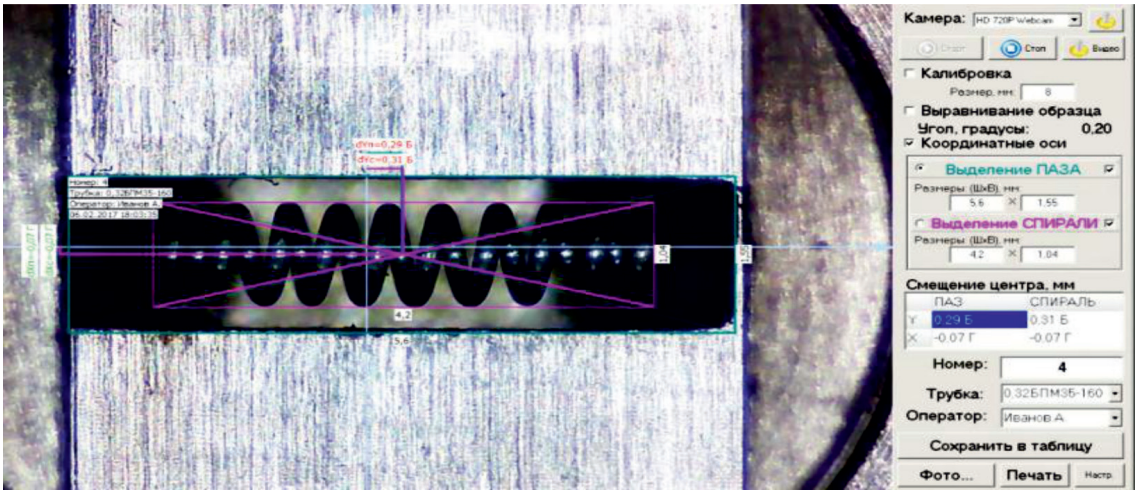


Рис. 4. Вид дисплея при режиме измерения

Таблица 1

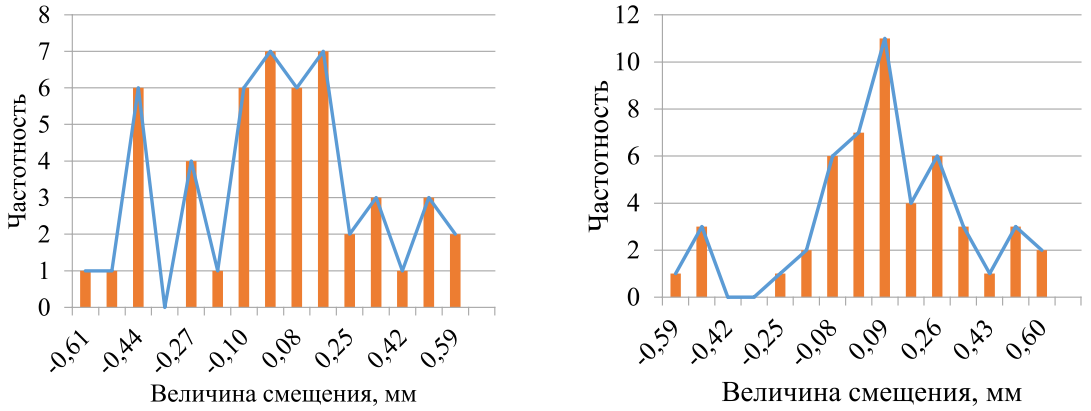
Результаты исследования положения спирали и паза

Параметр распределения	Группа трубок 1				Группа трубок 2			
	Смещение спирали		Смещение паза		Смещение спирали		Смещение паза	
	Ось *X*, мкм	Ось *Y*, *мкм*	Ось *X*, *мкм*	Ось *Y*, *мкм*	Ось *X*, мкм	Ось *Y*, *мкм*	Ось *X*, *мкм*	Ось *Y*, *мкм*
Δy, мм	-29	42	-35	35	62	-84	46	-80
σ, мм	297	267	259	281	248	208	250	206
$\Delta y^{пр}_{min}$, мм	-92	759	-812	808	682	-708	0,704	-698
$\Delta y^{пр}_{max}$, мм	0,862	0,843	0,742	0,878	0,806	0,54	0,796	0,538

Таблица 2

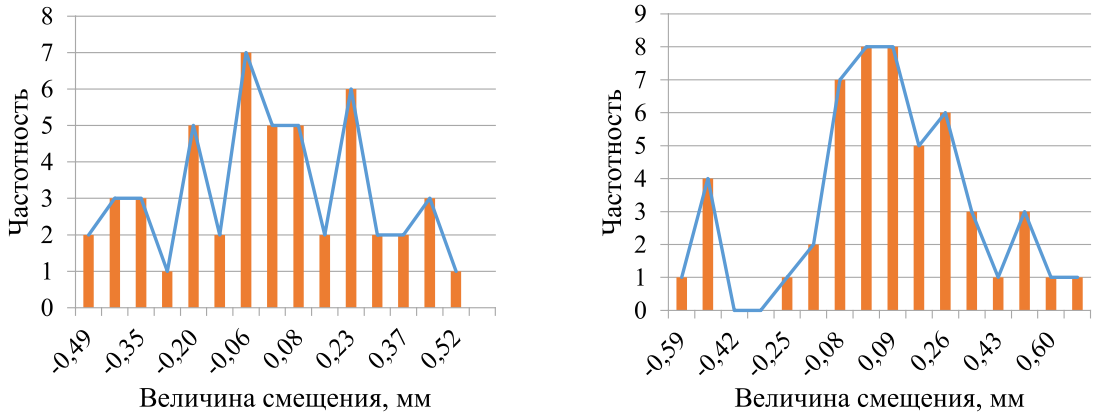
Результаты исследования смещения спирали относительно паза

	Группа трубок 1		Группа трубок 2	
	Ось *X, мкм*	Ось *Y, мкм*	Ось *X, мкм*	Ось *Y, мкм*
Δy, мм	-18	5	-16	3
σ, мм	76	27	76	32
$\Delta y_{\min}^{\text{пр}}$, мм	-246	76	-244	93
$\Delta y_{\max}^{\text{пр}}$, мм	21	86	212	99



а) *б)*

Рис. 5. Полигоны рассеяния для спирали: а – ось X, б – ось Y



а) *б)*

Рис. 6. Полигоны рассеяния для паза: а – ось X, б – ось Y

На рис. 5 и 6 представлены полигоны рассеяния величины смещений спирали в горизонтальном (ось *X)* и вертикальном направлениях (ось *Y*) для трубок первой группы. Характер полигонов рассеяния у второй группы трубок аналогичен, поэтому не приводится.

Внешний вид полигонов на рис. 5 и 6 позволяет заключить, что рассеяния величин по оси *Y* (рис. 5, а; 6, а) достаточно хорошо согласуются с законом рассеяния Гаусса с параметрами, указанными в табл. 1, тогда как для величин по оси *X* (рис. 5, а; 6, а) это выполняется хуже. Подобное может гово-

рить о проблемах фиксации спирали и паза в вертикальной плоскости.

Из [6] известно, что тенденция к закону Гаусса свидетельствует об устойчивости технологического процесса и стабильности производства в целом.

Другими результатами исследования было то, что в большинстве трубок обнаружены дефекты спирали, такие как разные углы наклона витков спирали, различие длин спиралей, разброс величин диаметров витков. Эти дефекты практически невозможно обнаружить с помощью визуальных средств контроля, тем не менее они также влияют на качество работы трубки.

Допустимая предельная величина смещения спирали и паза относительно центра коварового кольца баллона трубки для исследованных элементов трубки составляет ±0,2 мм. В двух партиях этому параметру удовлетворяли только около 64% трубок. В основном это превышение касалось смещения спирали. Однако следует заметить, что смещение спирали возможно уменьшить последующей коррекцией её положения при повторном регулировании.

При исследовании смещения спирали относительно паза выявлено, что все трубки находились в пределах допуска. Это свидетельствует о том, что сами детали катода изготовляют точно, а основные погрешности, которые влияют на качество катодного узла, происходят на конечном этапе сборки узла и установки его в баллон трубки.

Заключение

В работе рассмотрен прибор для контроля качества сборки катодного узла рентгеновских трубок. Прибор позволяет в полуавтоматическом режиме измерять смещение спирали катода, паза фокусирующего электрода относительно центра коварового кольца (определяющего положения анода) рентгеновской трубки, проводить оперативный статистический анализ результатов контроля.

Проведенные с помощью прибора измерения партии трубок показали, что возможно оперативно и объективно обнаруживать брак сборки катодного узла, давать рекомендации по улучшению технологического процесса изготовления рентгеновских трубок.

Список литературы

1. Иванов С.А., Щукин Г.А. Рентгеновские трубки технического назначения. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отдние, 1989. 200 с.

2. Потрахов Н.Н. Диагностические возможности микрофокусной рентгенографии // Медицинская техника. 2014. № 5. С. 8–12.

3. Подымский А.А., Потрахов Н.Н. Микрофокусные рентгеновские трубки нового поколения // Контроль. Диагностика. 2017. № 4. С. 4–8.

4. Мазуров А.И., Потрахов Н.Н. Возможности и ограничения микрофокусной рентгенографии в медицине // Биотехносфера. 2010. № 4. С. 20–23.

5. Митрофанов С.С. Оптические измерительные приборы и устройства: учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2018. 34 с.

6. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов. СПб.: Изд. «Лань», 2015. 560 с.

УДК 539.3

ИЗУЧЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЖЕСТКОСТИ В МОДЕЛЯХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ МЕТОДОМ СПЕКЛ-ФОТОГРАФИИ

Сердобинцев Ю.П., Кухтик М.П.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: mpkuhtik@gmail.com

Статья посвящена исследованию перемещений и величины сближения моделей прямоугольных направляющих скольжения станков. В процессе проведения экспериментов по определению контактных перемещений на рабочие поверхности моделей направляющих были нанесены износостойкие гетерогенные покрытия, которые затем были подвергнуты черновому и чистовому шлифованию. Нормальные и тангенциальные перемещения в моделях направляющих создавались и измерялись с помощью нагрузочного стенда. Для измерения величин сближения контактирующих деталей с покрытиями и оценки влияния перфорации контактирующих элементов на трансформацию упругой линии контакта, разработана методика регистрации перемещений и величин сближения любых точек, принадлежащих контактирующим телам, методом спекл-фотографии. Было выявлено, что перфорация контактирующих деталей круговыми отверстиями вблизи зоны контакта является эффективным конструктивным приемом в повышении сдвигоустойчивости затянутых соединений и их сопротивления фреттинг-коррозии. Результаты, полученные на моделях, позволяют определить величины сближений, вертикальные перемещения, деформации и напряжения в натурной конструкции в условиях контактного упругопластического взаимодействия шероховатых поверхностей деталей с учетом закономерностей подобия. Полученный критерий подобия пластической зоны позволяет моделировать как геометрические характеристики поверхности, так и ее физико-механические свойства.

Ключевые слова: гетерогенные покрытия, контактные деформации, спекл-фотография, полосы Юнга

A STUDY OF CONTACT STIFFNESS IN MODELS OF MACHINE TOOL SLIDEWAYS BY METHOD OF SPECKLE PHOTOGRAPH

Serdobintsev Yu.P., Kukhtik M.P.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: mpkuhtik@gmail.com

The article is devoted to a study of displacements and value of approach of models of rectangular slideways of machine tools. During carrying out the experiments on determining contact displacements wearproof heterogeneous coatings have been deposited on operating surfaces of models of slideways. Then these coatings were treated by rough and finish grinding. Normal and tangential displacements in models of slideways have been made and measured with the help of the load stand. The technique of registration of displacements and values of approach of any points of contacting bodies by the method of speckle photograph have been developed for measuring of values of approach of contacting parts with coatings and for evaluation of influence of perforation of contacting elements on transformation of elastic contact curve. It has been revealed that perforation of contacting parts by circular holes nearby the contact area is effective constructive method in increasing shear resistance of tightened joints and their resistance to fretting corrosion. The results, which have been obtained on the models, allow to determine values of approaches, vertical displacements, deformations and stresses in full-scale structure under the conditions of contact elastoplastic interaction of rough surfaces of parts taking into account regularities of similarity. The obtained similarity criterion of plastic area allow to model both geometrical characteristics of a surface and its physical and mechanical properties.

Keywords: heterogeneous coatings, contact deformations, speckle photograph, Young's fringes

Ограничения, накладываемые аналитическими методами при исследовании контактных перемещений для тел с неоднородными гетерогенными покрытиями, а также для контактирующих деталей со сложной геометрической формой, могут быть преодолены при использовании современных высокоточных оптических методов регистрации полей напряжений, деформаций и перемещений – голографической интерферометрии [1–3] и спекл-фотографии [4–6], а также при комплексном использовании различных методов фотомеханики и расчетных методов. Метод спекл-фотографии обычно обладает меньшей чувствительностью по сравнению с голографической интерферометрией [7], но его чувствительностью можно варьировать в процессе считывания оптической информации. Нормальные к поверхности детали деформации с наибольшей степенью чувствительности регистрируются методом голографической интерферометрии, тогда как деформации в плоскости поверхности детали предпочтительно измерять с помощью спекл-фотографии. Эти соображения, а также сравнительная простота проведения экспериментов определили выбор метода спекл-фотографии для изучения контактной жесткости в моделях направляющих станков.

Целью работы является исследование перемещений и величины сближения моделей прямоугольных направляющих скольжения станков.

Характеристики испытуемых образцов

№ п/п	Материал образца	Материал покрытия	Способ нанесения	Толщина покрытия, мм	Шероховатость рабочих поверхностей R_a, мкм	Твердость покрытия
1	2	3	4	5	6	7
1	СЧ 21 (ГОСТ 1412-85)	СНГН (ГОСТ 28844-90)	газоплазменное	0,35	0,63	580–590 (*HV*)
2	Сталь 45 (ГОСТ 1050-88)	подслой + СНГН	без оплавления	0,40	0,72	575–590 (*HV*)
3	СЧ 21	СНГН	газоплазменное	0,45	0,65	1150–1180 (H_{50})
4	Сталь 45	СНГН	———||———	0,43	0,55	1070–1130 (H_{50})
5	БР ОЦС 5-5-5 (ГОСТ 613-79)	Ni-Cu-Zn B-Si-Cr	газоплазменное с оплавлением горелкой	0,38	0,83	50–52 ($HRC_э$)
6	БР ОЦС 5-5-5	Ni-Cu-Zn B-Si-Cr	———||———	0,42	0,76	50–52 ($HRC_э$)
7	Сталь 45	Fe-Ni-Cr B-Si-Mn	———||———	0,29	0,64	53–55 ($HRC_э$)
8	Сталь 45	Ni-Cr-Zn B-Si	———||———	0,34	0,66	49–52 ($HRC_э$)
9	Сталь 45	твердый хром	гальванический	0,43	0,70	1023 (HRC_{50})
10	Сталь 45	твердый хром	———||———	0,29	0,58	1023 (HRC_{50})

Материалы и методы исследования

В процессе проведения экспериментов по определению контактных перемещений были изготовлены образцы кубической формы с ребром l = 40 мм. В центре граней куба профрезерованы пазы, параллельные граням шириной 14 мм и глубиной 2 мм так, что две выступающие прямоугольные площадки шириной 13 мм и длиной 40 мм образуют рабочие опорные поверхности, моделирующие наиболее простые и удобные при сборке прямоугольные направляющие скольжения станков. Размеры образцов выбраны из удобства проведения экспериментов по определению перемещений оптическими методами.

На рабочие, предварительно прошлифованные поверхности моделей направляющих наносят износостойкие гальванические, газоплазменные и плазменные покрытия. Затем эти покрытия подвергают черновому и чистовому шлифованию. Материалы образцов, состав, способ нанесения, толщина нанесенного покрытия, твердость и параметры шероховатости направляющих приведены в таблице.

Нагрузочное приспособление (рис. 1) предназначено для создания и измерения нормальной нагрузки. Оно состоит из основания, на котором крепится вертикальная нагрузочная рама. Вертикальная нагрузка $P_в$ на образцы создается гидроцилиндром и измеряется манометром.

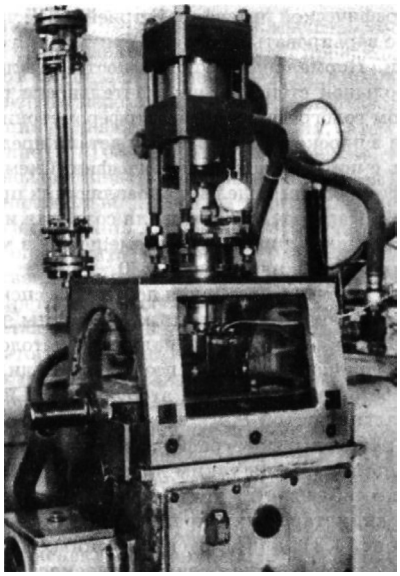


Рис. 1. Нагрузочное приспособление

Для измерения нормальных к поверхности стыка образцов перемещений применялся метод спекл-фотографии [6]. Характерная зернистая картина спеклов, возникающая на поверхности испытуемых образцов, приведена на рис. 2. Она состоит из мелких светлых и темных пятен, получающихся в результате интерференции рассеянного поверхностью света, и носит статистический характер, зависящий от структуры поверхности и способа наблюдения.

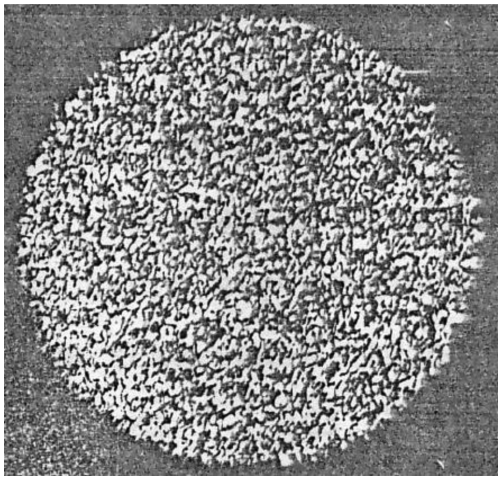


Рис. 2. Характерная зернистая картина спеклов, возникающая на поверхности испытуемых образцов

Спекл-фотография выполнялась на фотопластинке размерами 9х12 см.

Схема регистрации спекл-фотографии моделей направляющих приведена на рис. 3. Нагрузочный стенд для создания и измерения нормальных и тангенциальных перемещений в моделях направляющих показан на рис. 4.

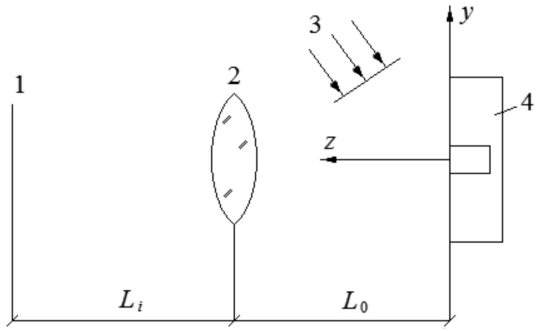


Рис. 3. Оптическая схема для регистрации спеклов на образцах: 1 – плоскость изображения; 2 – линза; 3 – лазерный освещающий пучок; 4 – исследуемый объект

В качестве источника света для получения спекл-картины применяли лазер ЛГ-215 с длиной волны излучения $\lambda = 0{,}6328$ мкм. Спекл-фотографии получали методом двойной экспозиции, причем первую экспозицию делали при ненагруженном состоянии моделей, а вторую – при их деформации вертикальной силой $P_в$.

Полученная спекл-фотограмма обрабатывается методом точечного сканирования узким лазерным пучком. На матовом экране наблюдается дифракционная картина в виде системы эквидистантных параллельных полос – типа полос Юнга (рис. 5), расположенных по нормали к направлению перемещения точки в плоскости поверхности.

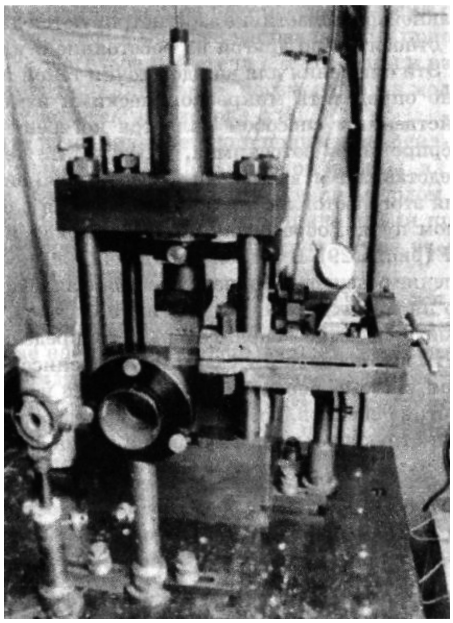


Рис. 4. Нагрузочный стенд для создания и измерения нормальных и тангенциальных перемещений в моделях

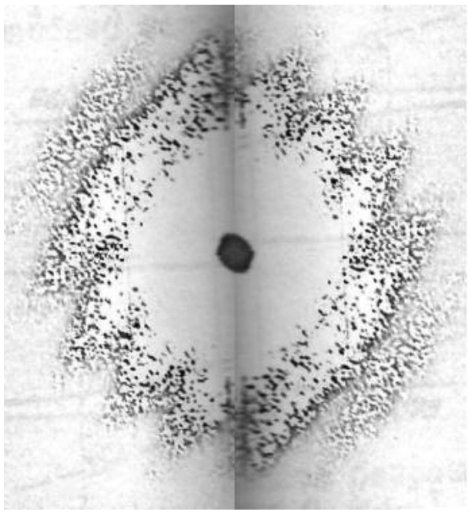


Рис. 5. Полосы Юнга, полученные способом двухэкспозиционной спекл-фотографии для $P_в = 29$ кН

Изображение поверхности элемента в плоскости фотослоя строится линзой с фокусом F и радиусом $R = D/2$. Удаление моделей направляющих от линзы L_0 и расстояние от нее до плоскости изображения L_1 связаны зависимостью тонкой лин-

зы $L_0^{-1} + L_1^{-1} = F^{-1}$. Изображение моделей в плоскости фотослоя промодулировано случайной картиной спеклов с характерным размером S, зависящим от линзовой апертуры $S \approx 1,22\lambda L_1 / 2R$. При вертикальном смещении V элемента модели остается неизменной относительная фаза каждого из лучей, образующих спекл [6–8], то есть в плоскости фотопластинки происходит смещение всей картины спеклов на расстояние VM, где M – поперечный масштаб изображения. Идентичное перемещение спеклов будет происходить при горизонтальном смещении элемента на расстояние U.

Для измерения плоского перемещения модели производится двойная экспозиция – сначала до перемещения, затем после него. Если величина смещения (V, U) больше размера спеклов S, то на проэкспонированной фотопластинке зарегистрируются две смещенные одна относительно другой на расстояние M идентичные картины. Это смещение для каждой точки такой пары спеклов можно определить микроскопическими измерениями. Более действенным способом является когерентно-оптическая интерпретация фотоснимка, в результате чего смещение M представляется в виде интерференционной картины полос. Для этого фотопластинка располагается в сходящемся лазерном пучке, образованном преобразующей линзой с фокусом F. В задней фокальной плоскости линзы распределение освещенности наблюдается в виде яркого центрального пятна, окруженного картиной спеклов, промодулированной полосами с параллельным распределением интенсивности под небольшим углом к оси абсцисс. Эта модулированная система чередующихся светлых и темных линий – картина спеклов, возникающая при деформации света на спекл-структуре, зарегистрированной на фотопластинке с высокоразрежающей голографической эмульсией «Микрат», ЛОИ-2 или ВРЭ. Для получения высокой дифракционной эффективности спекл-фотография экспонируется и проявляется по методике, обеспечивающей высокую контрастность, например при отбеливании спекл-фотографии. Интерференционные полосы с конусоидальным распределением обусловлены действием соответственно каждой пары спеклов, идентичным действию пары одинаковых источников когерентного света, образующих полосы Юнга. Так как все спеклы во всех парах расположены на одинаковом расстоянии $M(V, U)$, то все полосы Юнга совпадают, образуя конечную картину интерференционных полос (рис. 5).

Обработка этой картины полос, полученной с помощью двухэкспозиционной спекл-фотографии, производится с учетом их нормальной ориентации к вектору $P_в$ перемещения в плоскости исследуемой детали. Согласно [8], если расстояние между спеклами в каждой паре на фотоснимке составляет L_3, то промежуток между полосами $L_F = \lambda F / L_S$; с учетом последнего перемещение исследуемого элемента в плоскости определится выражением

$$u_i = \lambda F / L_F M \ (i = 1,2), \qquad (1)$$

где u_1 и u_2 – соответственно вертикальные и горизонтальные перемещения.

Точность измерения перемещений при обработке спекл-картин зависит от точности определения расстояния между центрами полос, которая оценивается в 2–3 %. Деформации, получаемые дифференцированием графика перемещений, имеют погрешность ±10 %.

Количественный анализ спекл-фотографии проводили методом поточечного сканирования на специальной установке. Для этого на исследуемой модели на расстоянии 1 мм от стыка проведены линии, на которых отмечено по девять реперных точек шагом 5 мм (рис. 6).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов экспериментов по измерению перемещений $\delta = f(l)$ для девяти точек для стальных образцов (рис. 7, а) и образцов с покрытием СНГН (рис. 7, б) позволяет построить обобщенные графические зависимости (рис. 8).

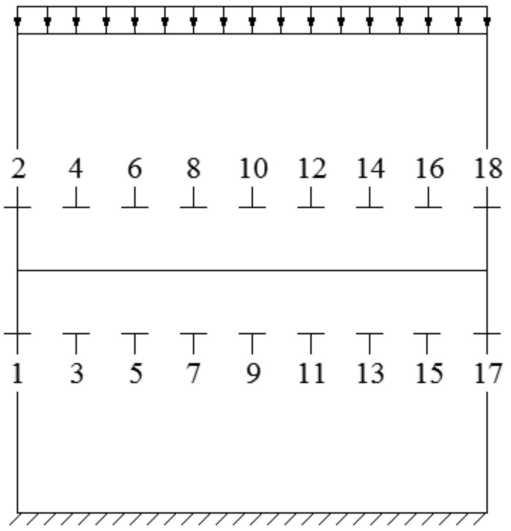
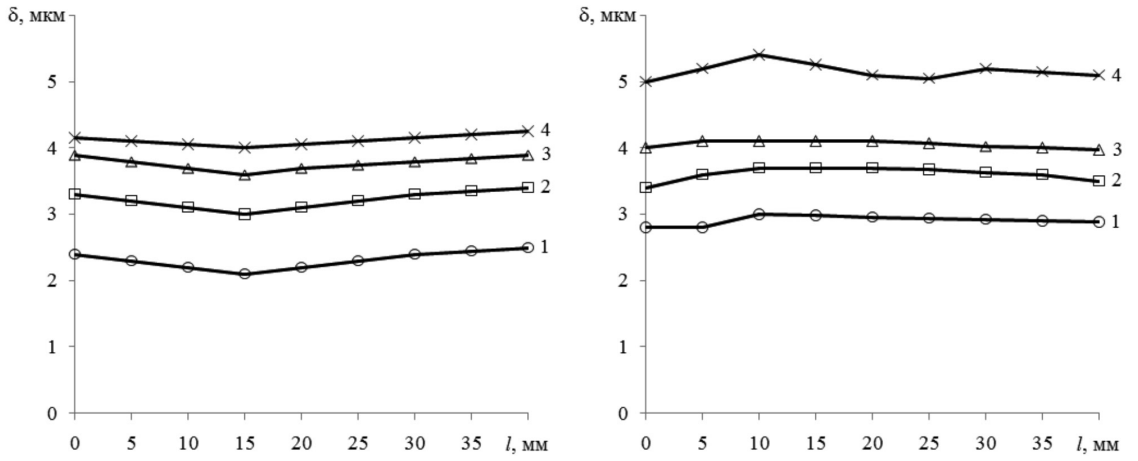


Рис. 6. Схема расположения реперных точек для измерения вертикальных перемещений в образцах



а) *б)*

Рис. 7. Распределение вектора вертикальных перемещений для стальных моделей (а) и с покрытием СНГН (б): 1 – для $P_в$ = 9,4 кН; 2 – для $P_в$ = 16,4 кН; 3 – для $P_в$ = 29 кН; 4 – для $P_в$ = 38,8 кН

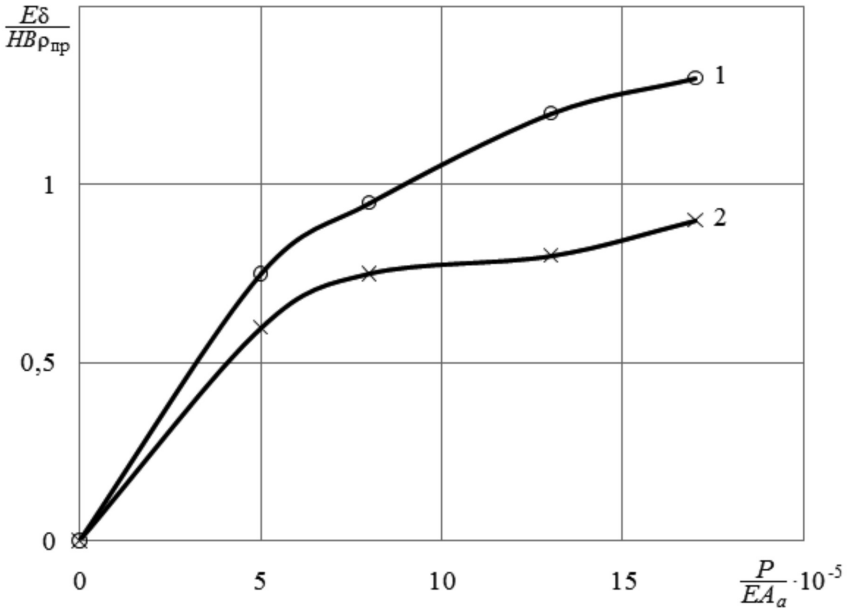


Рис. 8. Зависимости безразмерного сближения от безразмерного параметра нагрузки, где A_a – номинальная площадь контакта: 1 – для образцов с покрытием СНГН; 2 – для образцов без покрытия

Нелинейный характер зависимостей на рис. 8 свидетельствует об упругопластическом деформировании поверхностного слоя образцов, что находится в соответствии с результатами исследований дискретного контакта шероховатых тел [8].

Для моделирования упругопластических контактных деформаций в качестве оценки для определения характера деформации микронеровностей используют параметр пластичности, предложенный Гринвудом:

$$\frac{E}{HB}\sqrt{\frac{R_a}{\rho}} \geq 1. \qquad (2)$$

Согласно этому параметру контакт считается пластичным лишь тогда, когда этот параметр больше или равен единице. Здесь E – модуль упругости, R_a – среднеарифме-

тическое отклонение профиля, *HB* – твердость по Бринеллю, ρ – средний радиус локальных выступов шероховатости.

Из зависимости (2) имеем $E = HB(\rho/R_a)^{1/2}$, которая может быть на основе теории подобия записана через индикаторы подобия в виде

$$K_{R_a} \cdot K_E^2 / K_{HB}^2 \cdot K_\rho = 1. \quad (3)$$

Согласно этому индикатору имеет место критерий подобия вида

$$(R_a E^2 / HB^2 \rho)_H = (R_a E / HB^2 \rho)_M = \text{idem}. \quad (4)$$

Так как величина контактных сближений δ соизмерима с R_a, то, используя правила подобия, перепишем (4) в виде

$$\left(\frac{\delta E^2}{\rho HB^2}\right)_H = \left(\frac{\delta E^2}{\rho HB^2}\right)_M = \text{idem}. \quad (5)$$

Следовательно, безразмерный комплекс $\delta E^2/(\rho HB^2)$ является критерием подобия пластической зоны, позволяющим моделировать как геометрические параметры шероховатостей ρ и R_a, так и физико-механические свойства материалов поверхностного слоя *E* и *HB*.

С учетом (4) зависимость между напряжениями и деформациями при упругопластическом поведении материала можно представить в виде

$$\sigma_{ij} = (1+\mu)^{-1}\left(\frac{\theta}{1-2\mu} + \frac{\varepsilon_{ij}}{2}\right) \cdot HB\left(\frac{\rho}{R_a}\right)^2, \quad (6)$$

где σ_{ij} – тензор напряжений, θ – объемная деформация, μ – линейный интегральный оператор Вольтерра, не зависящий от координат, ε_{ij} – тензор деформации.

Рис. 6, 7 показывают, что максимальные перемещения в образцах с газотермическим покрытием СНГН, оплавленным газовой горелкой и имеющим пористость 5–8 %, выше на 20 %, чем в образцах без покрытия, причем в указанном диапазоне увеличение $P_в$ вызывает рост сближения δ.

В сдвигоустойчивом соединении (рис. 9) [8] перфорация образцов круговыми отверстиями в окрестности контактной границы позволяет целенаправленно изменять упругую линию контакта и, следовательно, увеличивать деформационную составляющую трения покоя. На рис. 10 показаны вертикальные перемещения реперных точек вдоль линии контакта верхнего сплошного и нижнего образца с отверстиями. Кривая 1 на рис. 10 относится к верхнему образцу, а кривая 2 – к нижнему. Анализ этих кривых показывает, что перемещения реперных точек как верхнего, так и нижнего образца несколько больше, чем перемещения точек, расположенных между отверстиями. Отмеченные особенности характерны для образцов моделей направляющих, изготовленных из бронзы марки ОЦС-5-5-5 (таблица), рабочие поверхности которых обработаны шлифованием до 8 класса шероховатости.

Аналогичные результаты получены для всех образцов, приведенных в таблице.

Для иллюстрации распределения вертикальных перемещений модели в области отверстий и между ними в диапазоне $1100 \le P_в \le 42300$ Н построены соответствующие зависимости, наиболее характерная из которых приведена на рис. 11. Анализ этого рисунка показывает, что вертикальные перемещения над средним отверстием на 25 % выше, чем над крайними, что объясняется взаимовлиянием соседних отверстий. Таким образом, перфорация контактирующих деталей круговыми отверстиями вблизи зоны контакта вызывает волнообразное изменение упругой линии контакта и является эффективным конструктивным приемом в повышении сдвигоустойчивости затянутых соединений и их сопротивления фреттинг-коррозии [8].

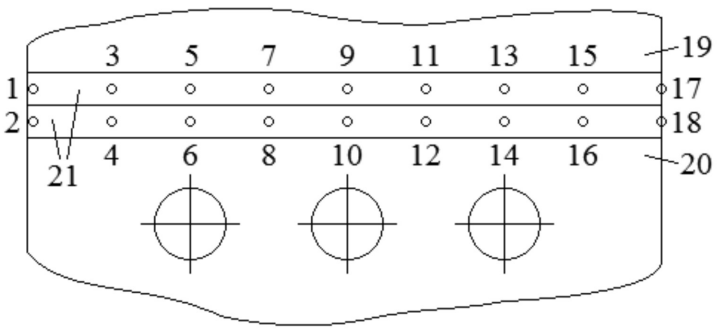


Рис. 9. Схема расположения реперных точек для измерения вертикальных перемещений в контактирующей паре, содержащей многосвязанную область: 1–18 – отверстия, 19 – верхний образец, 20 – нижний образец, 21 – покрытие

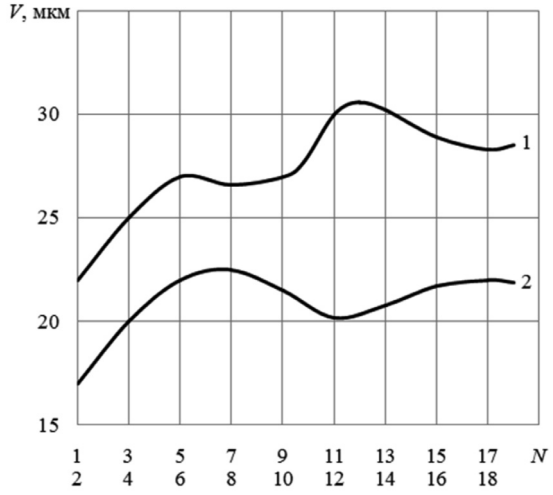


Рис. 10. Вертикальные перемещения реперных точек верхнего (1) и нижнего (2) образцов (рис. 9) при $P_в$ = 21,4 кН

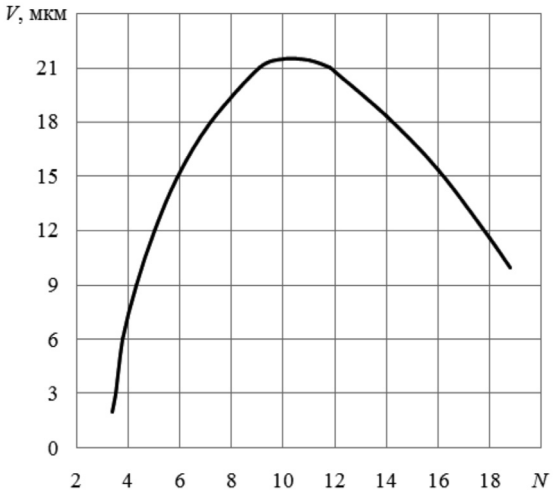


Рис. 11. Распределение вертикальных перемещений в модели из бронзы ОЦС 5-5-5, перфорированной круговыми отверстиями

Заключение

Для измерения величин сближения контактирующих деталей с покрытиями и оценки влияния перфорации контактирующих элементов на трансформацию упругой линии контакта, разработана методика регистрации перемещений и величин сближения любых точек, принадлежащих контактирующим телам, методом спекл-фотографии.

Результаты, полученные на моделях, позволяют определить величины сближений, вертикальные перемещения, деформации и напряжения в натурной конструкции в условиях контактного упругопластического взаимодействия шероховатых поверхностей деталей с учетом закономерностей подобия.

Полученный критерий подобия $E\delta/(HB\rho_{пр})$ пластической зоны позволяет моделировать как геометрические характеристики поверхности R_a и ρ, так и ее физико-механические свойства E и HB.

Список литературы

1. Jones R., Wykes C. Holographic and Speckle Interferometry. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 368 p.

2. Гусев М.Е., Воронин А.А., Гуревич В.С., Исаев А.М., Алексеенко И.В., Редкоречев В.И. Методы цифровой голографической интерферометрии и их применение для измерения нанoперемещений // Наносистемы: физика, химия, математика. 2011. Т. 2. № 1. С. 23–39.

3. Борыняк Л.А. Оптические методы в механике твердого деформируемого тела // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 5. № 3. С. 7–10.

4. Goodman J.W. Speckle Phenomena in Optics: Theory and Applications. Bellingham: Society of Photo Optical, 2020. 468 p.

5. Волков И.В., Вышинский В.В., Кисловский А.О. Теоретические основы метода спекл-голографии в экспериментальной механике // Труды Московского физико-технического института. 2017. Т. 9. № 2 (34). С. 13–22.

6. Франсон М. Оптика спеклов. М.: Мир, 1980. 176 с.

7. Островский Ю.И., Щепинов В.П., Яковлев В.В. Голографические интерференционные методы измерения деформаций. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 248 с.

8. Сердобинцев Ю.П., Бурлаченко О.В., Схиртладзе А.Г. Повышение качества функционирования технологического оборудования. Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2021. 412 с.

УДК 004.891.3

РАСПОЗНАВАНИЕ АВТОРСКОГО СТИЛЯ ПУБЛИКАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Терехов В.И., Лободенко Е.И.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: lobodenkoei@tyuiu.ru

Проблема заимствований текстов в последнее время стоит очень остро, поэтому для подтверждения авторства работ обучающихся и сотрудников вуза была создана нейронная сеть, распознающая стиль написания статей автора. Под понятием «авторский стиль» понимается отнесение текста к определенной науке рассматриваемой статьи, использование автором присущих только ему определенных структур построения предложений, фразеологических оборотов речи, неологизмов, вводных слов и определенных словосочетаний. В работе представлен алгоритм построения такой сети, включающий четыре этапа. На первом этапе происходит чтение и классификация текста по принадлежности к определенной науке. На втором – анализ работ автора статьи и определение процента самоцитируемости. Далее проводится сравнение со статьями других авторов внутри базы знаний вуза и выстраиваются возможные связи последующей коллаборации. На завершающем этапе статья, прошедшая рассмотрение и подтвержденная как уникальная, дополняет университетскую базу знаний и автоматически используется для дальнейшего обучения нейросети. В работе представлены подходы, на основе которых делается анализ качества публикаций сотрудников вуза и оказывается помощь в повышении их публикационной активности.

Ключевые слова: анализ текста, информационные технологии, цифровизация, нейронная сеть, библиотека публикаций, публикационная активность

RECOGNITION OF AUTHOR'S PUBLISHING STYLE USING A NEURAL NETWORK

Terekhov V.I., Lobodenko E.I.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: lobodenkoei@tyuiu.ru

The problem of borrowing texts has recently become very acute, therefore, to confirm the authorship of the works of students and university staff, a neural network was created that recognizes the author's writing style. The concept of «author's style» refers to the attribution of the text to a certain science of the article in question, the use by the author of certain structures of sentence construction, phraseological turns of speech, neologisms, introductory words and certain phrases inherent only to him. The paper presents an algorithm for constructing such a network, which includes four stages. At the first stage, the text is read and classified according to its belonging to a particular science. On the second – analysis of the author's works and determination of the percentage of self-citation. Further, a comparison is made with articles by other authors within the knowledge base of the university, and possible links for subsequent collaboration are built. At the final stage, the article, which has been reviewed and confirmed as unique, supplements the university knowledge base, and is automatically used for further training of the neural network. The paper presents approaches on the basis of which an analysis of the quality of publications of university staff is made and assistance is provided to increase their publication activity.

Keywords: text analysis, information technologies, digitalization, neural network, publication library, publication activity

Первая нейронная сеть на базе пока единственного нейрокомпьютера Mark-1 Френка Розенблатта имеет более чем полувековую историю, хотя незаслуженно была предана забвению на несколько десятилетий [1]. Сегодня очень модным стало направление в науке по созданию и развитию искусственных нейронных сетей на основе аналоговых компьютеров [2–4], создана целая их теория [5–7]. Широко используются различные инновации, которые позволяют работать с разными базами данных, электронных библиотек, энциклопедий [8, 9]. Вместе с этим возникла необходимость быстро извлекать из них информацию простым пользователям. А это привело к «CopyandPaste» стилю (копируй и вставляй) написания как учебных, так и научных работ во всем мире.

Ученые забили тревогу, так как лавиной стали перепечатываться статьи. Академическое мошенничество стало нормой в учебном процессе, а заимствования – в научных трудах и диссертациях. Добросовестные ученые стали создавать и продвигать сервисы по выявлению неправомочных перепечаток и откровенного плагиата интеллектуального труда. Пришлось разрабатывать технологии подтверждения авторства. Программно-аппаратный комплекс «Антиплагиат, творите собственным умом» стал первым и пока лучшим в странах СНГ для проверки текстовых документов на наличие заимствований. Хотя его создатели до сих пор говорят, что проверяется только текст, таблицы и рисунки не сравниваются. Обязательно включение в процесс анализа текста человека-эксперта, который должен принимать решение о заимствованиях и нести ответственность за справку об оригинальности текста.

Современный мир, пронизанный интернетом, упрощает доступ к информации

и позволяет работать с огромной базой источников. Устройства, подключенные к интернету, позволяют любому пользователю окунуться в мир офлайн- и онлайн-библиотек, содержащих огромный кладезь книг, журналов и газет, обучающих лекций и методических указаний. Это выводит образование на новый уровень самостоятельности в обучении. Вместе с этим ребром встал вопрос о неправомерных заимствованиях в научном мире и академической недобросовестности в вузах, ведь стали доступными не только монографии и научные статьи, но и рефераты, курсовые и дипломные работы. До тех пор пока каждый вуз не будет воспитывать у обучающихся и сотрудников культуру написания собственных работ, преодолеть копирование учебных заданий и плагиат в научных статьях невозможно [10].

Сейчас, в отличие от прошлых лет, написание курсовых работ и рефератов не требует посещения библиотеки в физическом ее понимании, достаточно обратиться к системам поиска в интернете. А ощущение миллениумов с детства, что информация в интернете ничья, и отсутствие воспитания моральных норм поведения приводят к непониманию проблемы недобросовестных заимствований. Для них нормальным считается простое копирование информации из одного или нескольких источников, когда весь материал просматривается бегло и не всегда полностью соответствует изучаемой теме. Если в вузе не пресекать такой подход к представлению рефератов, курсовых и выпускных квалификационных работ обучающихся, то, став сотрудниками, они будут считать его этически возможным для себя.

Защита авторских прав и сохранение конфиденциальности информации сильно пострадали с развитием цифровых технологий. В последнее время все чаще возникают курьезные случаи, когда в отчете программа «Антиплагиат, твори собственным умом» выдает заимствования профессором или доцентом у студента, который выставил в интернет лекции своих преподавателей раньше, чем те решили их издать. Случается это от того, что данная программа находит только текстовое совпадение. Как говорят разработчики, принимать решение по каждому отдельному вопросу должен человек. Просматривая найденные машиной совпадения, эксперт определяет, включать их в отчет или нет.

Для публикации научными сотрудниками, преподавателями и студентами своих научных трудов предусматривается процедура проверки на антиплагиат отправляемых работ. Но не всегда низкий процент оригинальности – результат плохой работы авторов. Заимствования возможны при использовании общеупотребительных терминов и слов, в результате схожести мыслей, работы с одними источниками и так далее. В такой ситуации помощью может стать система на основе нейронной сети, которая будет обучена на предыдущих работах автора и сможет выделять его уникальный стиль, а не просто находить похожие слова и словосочетания. Под авторским стилем здесь понимается использование автором присущих ему определенных фразеологических оборотов речи, вводных слов, словосочетаний, определенной структуры построения предложений, отнесение к определенной науке. Для учебников и учебных пособий выделить стиль написания текста крайне сложно из-за необходимости пользоваться определениями и понятиями, устоявшимися веками. Но при описании примеров, их объяснении, доказательстве теорем можно уловить авторские филологические предпочтения. К сожалению, каждая нейронная сеть пока обучается под определенный вид деятельности. В этом пока недостаток современных подходов.

Предлагаемая нами разработка нацелена на создание базы знаний организации на основе опубликованных работ сотрудников (статей, монографий, учебных пособий и т.д.) и библиотеки рефератов, курсовых и выпускных квалификационных работ обучающихся. База регулярно обновляется и пополняется новой информацией, которая одновременно используется и для дальнейшего обучения нейронной сети, и в качестве базы знаний. Предлагаемые нами средства сервиса системы антиплагиат позволяют осуществлять сбор и анализ данных с возможностью извлечения и обработки информации об авторе, его научном направлении, стиле написания статей и монографий. Такая система после завершения и апробации разработки будет внедрена в Тюменском индустриальном университете для оказания помощи сотрудникам в их публикационной деятельности.

Материалы и методы исследования

Современная информационная среда – это сложная система, изменяющаяся под воздействием многих факторов от деятельности человека. Антропогенное влияние приводит к изменению условий, в которых протекают информационные процессы, трансформированные процессы меняют объекты этих процессов, модифицируя информационные системы.

Информационная среда включает в себя электронные ресурсы, которые в процессе

их использования генерируют связи, взаимосвязи, отношения. В ней образуются иерархические цепочки, определяются законы взаимодействия элементов и, как результат работы с этой средой, на выходе имеется хранение, сбор, доработка и передача информации. Сегодня все сферы нашей жизни развиваются под воздействием форсированного внедрения информационных технологий в большинство сфер жизнедеятельности человека.

Проведенный анализ литературных источников по проблеме обработки больших потоков и получения новых знаний из разнотипных данных [11–13] позволил выделить основные направления [14] развития информационных технологий на ближайшее будущее при условии осуществления сквозных решений:-

– применение IT-технологий в области мобильных приложений;

– развитие с их помощью социальных коммуникаций;

– использование облачных технологий для связи и взаимодействия различных областей деятельности человека;

– развертывание баз больших данных различной природы, их обработка и аналитика на основе предсказаний;

– совершенствование искусственного интеллекта на базах больших данных с применением машинного обучения;

– обеспечение кибербезопасности информационной среды;

– создание и усовершенствование интернета вещей в индустрии (IoT).

Образовательную среду вуза, работающую в дистанционном режиме, можно отнести к информационной системе с большими базами очень разнородных данных. И в каждом из указанных актуальных направлений необходимо развивать ИТ вуза, особенно в настоящей сложной эпидемиологической обстановке. Использование электронных библиотек и возможность быстро извлекать из них информацию привели к тому, что увеличилось академическое мошенничество. Работы с неправомерными заимствованиями потекли потоком. Возникла необходимость в создании технологии подтверждения авторства не только по сравнению отдельных слов, словосочетаний и текстовых кусков, а и по стилю написания текстов. Средствами сервиса антиплагиата появилась возможность сбора данных и их анализа с возможностью извлекать и обрабатывать дополнительную нужную информацию об авторе и сравнивать его работы в соответствии с направлением в науке и педагогической деятельностью, устанавливать его стиль, чтобы исключать случайные совпадения текстов.

Результаты исследования и их обсуждение

Для активизации публицистической деятельности сотрудников и обучающихся вуза, а также повышения качества их работ создается интеллектуальная система на основе нейронной сети. Во-первых, система анализа научных статей должна уметь распознавать и классифицировать ее по принадлежности к определенной науке. Во-вторых, производить анализ предыдущих работ автора статьи, из которого выдается процент его самоцитируемости. В-третьих, проводится сравнение на похожесть его научного исследования со статьями других авторов внутри базы знаний вуза, выстраиваются связи. В заключение, прошедшая анализ работа и подтвержденная как уникальная статья, дополняет базу знаний университета (рис. 1).

Рис. 1. Схема работы системы антиплагиат

Определение принадлежности исследуемого текста к той или иной науке происходит на основе обучающего дата сета по различным областям науки. Для этого написан и внедрен нейронный сетевой алгоритм, позволяющий определять качество статьи и проводить подтверждение направления научных исследований автора. На данном этапе нейросеть выводит процентное соотношение принадлежности работы к виду данного научного направления, параллельно указывает автору смежные науки, по которым возможны научные взаимодействия и создание коллабораций [2].

Распределив веса на обучающем дата сете, система подключает алгоритм чтения и запускает вычислительную процедуру по выбору типа структур системы. Тип структуры является динамической основой нейронной сети, которые функционируют отрезками в процессе работы. Сеть, подобно человеческому мозгу, сохраняет все итерации своей работы и обучается на них посредством обучающего алгоритма.

Предлагаемая система написана на языке программирования JAVA и имеет следующую архитектуру.

1. Neiron – POJO класс, содержащий в себе информацию о значении нейрона и массы его связей, имеет методы для взаимодействия с ним (получением и установкой информации). Класс был написан так, чтобы поддерживать модификации для возможности проводить инновационные исследования.

2. Layer – класс, в котором содержатся адреса объектов нейронов. Позволяет удобно с алгоритмической точки зрения взаимодействовать с нейронами и получать информацию об их состоянии.

0. Neiro – класс, отвечающий за построение и обработку модели.

3.1. Класс собирает конфигурационные данные через интерфейс, легко интегрируется в любой проект с Java Virtual Machine и может быть легко внедрен в любые системы посредством сетевого взаимодействия.

3.2. Реализована система инициализации после получения команды так, что позволяет удобно манипулировать моделями и не перегружать машину до старта исполнения алгоритма.

3.3. Класс успешно создает и рассчитывает модель «Перцептрон», используемую в моделях, понимающих контекст использования слова.

3.4. Позволяет создавать и рассчитывать модели любого размера.

0. DataSort – класс, отвечающий за разбиение текста на слова для последующей работы. Возвращает считанный из .txt файла набор слов, удобный для дальнейшей обработки.

DB (Data Base) – класс, отвечающий за связь приложения нейронной сети с базой данных для записи и чтения значений, полученных при сборе дата сета.

TextModule – класс, комбинирующий работу «DB» и «DataSort». Предоставляет удобный интерфейс для работы с этими классами и расширяет функции нейронной сети.

Использование нейросетевой структуры позволяет проводить анализ научных трудов на основе семантики по ряду классификаторов. А также накапливать базу знаний вуза и предлагать варианты по созданию научных коллабораций как внутри, так и вне организации на основе результатов обработки текстов научных статей.

Анализ работ [8, 11, 14] позволил выстроить процесс создания и тестирования предлагаемой системы поэтапно: при обучении нейронной сети, выборе архитектуры, распределении весовых коэффициентов и её тестировании.

На первом этапе при разработке нейронной сети был сделан упор на математическое описание – это выбор типа структуры.

На втором этапе осуществления алгоритма обучения и калибровки в соответствии с архитектурой слоев проверяется эффективность распределения весов связей (рис. 2) [2].

На завершающем этапе цикла системы происходит тестирование за счет увеличения регистрации параметров входа и показателей с информационных систем хранения статей вуза, в реальном времени управляющих воздействий.

Разработан прототип системы классификации текста на основе нейронной сети. Предложенное программное обеспечение (ПО) обеспечивает базовую классификацию текста по принадлежности к определенной науке на базе ранее изученных нейросетью данных. В основу создания прототипа заложены 4 этапа, необходимые для того, чтобы сеть приобрела профессиональную направленность.

Далее под модулем будем понимать разработанный фрагмент программы, который выполняет отведенную ему функцию. В настоящее время модуль осуществляет только выборку полезных данных: слова и частоту их использования, необходимых для обучения нейросети, так как выборка ограничена (рис. 3). В дальнейшем на этом этапе получаемые сведения будут использоваться для классификации и автоматического отбора текста в базу.

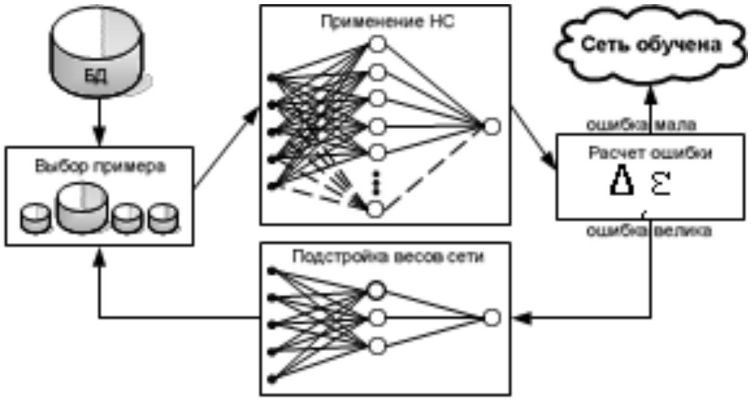


Рис. 2. Иллюстрация процесса обучения

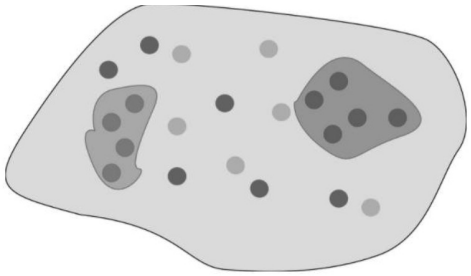


Рис. 3. Иллюстрация процесса выборки полезных данных

При использовании сети для решения практических задач необходимо иметь заранее заданную ее конфигурацию и держать постоянно сохраненной. За это отвечает модуль конфигурации, позволяющий создать и записать в память слепок нейросети. Именно на этом этапе происходит её дальнейшее обучение и использование. Задаются оптимальные значения последующего ее развития. Для реализации будет применена структура Нейронной сети прямого распространения (feed forward neural networks или FFNN), перцептроны (perceptrons) очень прямолинейны и передают информацию от входа к выходу (рис. 4).

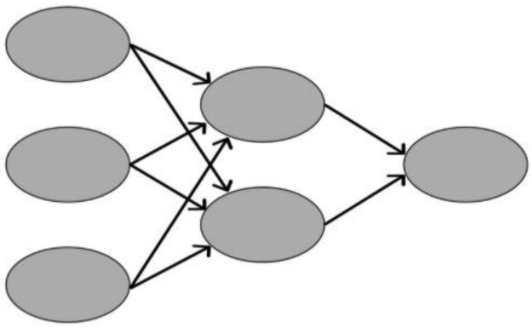


Рис. 4. Иллюстрация структуры нейронной сети прямого распространения

На основе собранной информации в этапе тренировки нейронная сеть получает множество других текстов и ожидаемый результат. Далее модуль вычисляет ошибку и делает переоценку своих решений. Вычисление ошибок происходит при помощи сигмовидной функции их вычислений, а переоценка решений – методом обратного распространения ошибки. Такой подход позволяет впоследствии сети делать более точные предсказания.

Этап использования предполагает рабочее применение нейросети. Задаются произвольные входные данные, которые сеть классифицирует, основываясь на ранее полученных данных. Сведения, которые приходят на вход, анализируются при помощи модуля для сбора дата сета.

Сформированная база данных работ сотрудников и обучающихся становится результатом с интеллектуальным управлением. На следующем цикле она употребляется в качестве дата сета нейронной сети, используя сквозную технологию не только в чтении статей.

Заключение

Внедрение предлагаемой системы в университете позволит облегчить работу сотрудников по проверке курсовых и выпускных квалификационных работ обучающихся и по написанию собственных научных работ. Упростит процедуру взаимодействия преподавателей различных подразделений вуза между собой и объединения их в новые научные коллективы, охватывающие различные области науки. Позволит положительно влиять на публицистическую активность и качество научных статей. Поднимет корпоративную культуру, так как авторы будут видеть схожие работы.

Список литературы

1. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры: учебное пособие. М.: Альянс, 2014. 528 с.

2. Кугаевских А.В. Модели и методы распознавания иероглифических текстов на примере древнеегипетского языка. автореф. дис. … канд. техн. наук. Тюмень, 2012. 21 с.

3. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учебник. М.: Лаборатория знаний, 2016. 224 с.

4. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Принципы и техника нейросетевого моделирования. М.: Огни, 2015. 613 с.

5. Гелиг А.Х., Матвеев А.С. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей: учебное пособие. М.: Издательство СПбГУ, 2014. 224 с.

6. Блащик Я., Блиновская К., Вуйчик Г.М., Гурецкий А., Дзедзицкая-Василевская М., Дурка П., Дух В., Жигеревич Я., Каминьский В.А., Лазаревич М.Т., Пшеласковский А., Склинда К., Стшелецкий М., Тадусевич Р., Хесс Г., Чишек Б., Шмяловская М. Основы нейрокибернетики. М.: РГГУ, 2015. 372 с.

7. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник. М.: Радиотехника, 2014. 920 с.

8. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2015. 1408 с.

9. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. М.: ИЛ, 2017. 224 с.

10. Иоголевич Н.И., Лободенко Е.И. Академическая недобросовестность студентов технического вуза: масштабы проблемы и пути решения // Педагогика. Вопросы теории и практики. Изд-во Грамота. 2020. Т. 5. № 1. С. 99–106.

11. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М.: Физматлит, 2009. 280 с.

12. Игнатьев Н.А. Извлечение явных знаний из разнотипных данных с помощью нейронных сетей // Вычисл. технологии. 2003. Т. 8. № 2. С. 69–73.

13. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справочное издание. М.: Финансы и статистика, 1989. 247 с.

14. Хокинс Дж., Блейксли С. Об интеллекте. М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. 380 с.

УДК 004.042:004.032.26

КОНТРОЛЬ ПОДСИСТЕМ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Фраленко В.П., Шишкин О.Г.

ФГБУН Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук, Веськово, e-mail: psi@botik.ru

Среди основных задач развития ракетно-космической техники нового поколения значительное место занимает задача поддержания и продления жизненного цикла космических аппаратов. В связи с этим создают автоматические системы, которые отслеживают и прогнозируют состояние бортовых подсистем космического аппарата и помогают увеличить срок их службы. Прогнозирование временных рядов играет важную роль почти во всех областях науки и техники. Возрастание требований к характеристикам систем космического назначения неизбежно приводит к переоценке технологий, используемых в процессе эксплуатации, и необходимости развития научно-технической базы в виде подходов, методов и технологий для создания конкурентоспособной космической техники будущего. Для повышения надежности и продления сроков службы космических аппаратов в условиях старения, потерь информации и естественных шумов необходимы технологии (алгоритмы и методы) построения комплексного информационного обеспечения для решения задач восстановления данных, прогноза и мониторинга состояния подсистем сложных технических систем; прикладные объектно-ориентированные системы искусственного интеллекта: искусственные нейронные сети и нейрокомпьютеры для контроля, управления и поддержки принятия решений. В настоящей работе предложен и исследован метод нейросетевого прогнозирования поведения аномалий в потоках данных с космических подсистем.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, контроль подсистем малого космического аппарата, прогнозирование, данные телеметрии

CONTROL OF SUBSYSTEMS OF A SMALL SPACE VEHICLE BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Fralencko V.P., Shishkin O.G.

Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy of Sciences, Veskovo, e-mail: psi@botik.ru

Among the main tasks in the development of new generation rocket and space technology, an important place is occupied by the task of maintaining and extending the life cycle of spacecraft. For this purpose, automatic systems are being created that monitor and predict the state of onboard subsystems of spacecraft and contribute to increasing their durability. Time series forecasting plays an important role in almost all areas of science and technology. The increasing requirements for the characteristics of space systems inevitably leads to a reassessment of the technologies used in the operation process, and the need to develop a scientific and technical base in the form of approaches, methods and technologies for creating a competitive space technology of the future. To increase the reliability and extend the service life of spacecraft under conditions of aging, information loss and natural noise, technologies (algorithms and methods) are needed for constructing integrated information support for solving problems of data recovery, monitoring and predicting the states of spacecraft subsystems; applied object-oriented artificial intelligence systems: artificial neural networks and neurocomputers for control, diagnostics and decision support. In this work, a method for neural network prediction of the behavior of anomalies in data streams from space subsystems is proposed and investigated.

Keywords: artificial neural network, control of small spacecraft subsystems, forecasting, telemetry data

Задача прогнозирования временных рядов является основой для мониторинга состояния сложных технических систем на примере малых космических аппаратов (КА). Она может быть решена на примере малых летательных аппаратов [1]. Такая задача с использованием байесовского подхода была решена, например, в работе [2], в которой предлагается алгоритм определения и прогнозирования уровня опасности на основе данных телеметрии, а также проведены экспериментальные исследования. В данной работе основной упор сделан на использование искусственной нейронной сети (ИНС) в качестве инструмента для прогнозирования состояния сложных технических систем на примере КА. Для корректного сравнения результатов работы двух подходов обучение ИНС проводилось на тех же данных, что и в работе [3].

Исследование посвящено использованию ИНС в качестве инструмента для прогнозирования состояния сложных технических систем на примере КА. Совместно с регрессионной моделью на основе ИНС прямого распространения контролю технического состояния КА.

Материалы и методы исследования

1. Задача прогнозирования состояния подсистем КА

В соответствии с сформулированной целью позаимствуем обозначения из работы [2] и выполним постановку задачи в но-

вой интерпретации с расчетом на использование ИНС.

Пусть

1) $x(t)$ – показания датчиков в определенный момент времени t;

2) x^* – значение, превышение которого считается аномальной ситуацией;

3) V_i $(i = 1, ..., n)$ – состояние системы, для которой осуществляется прогнозирование;

4) T – интервал времени для расчетов появления аномалий;

5) $d_1, d_2, ..., d_m$ – уровни опасности (УО);

6) p^* – критическое значение выхода нейронной сети, интерпретируемое как вероятность аварийного состояния;

7) dt – шаг дискретизации времени;

8) $x'(t)$ – рассчитанная производная $x(t)$, которую заменяем на разности между соседними значениями временного ряда при постоянном интервале времени, принимаемом за единицу;

9) $\Delta t_1 < \Delta t_2 < ... < \Delta t_m$ – прогнозные границы (интервалы времени), которые соответствуют уровню опасностей.

Рассмотрим подсистему космического аппарата, которая передает значения $x(t)$ каждые dt минут. Полученные значения можно применить для расчета вектора показателей $(x(t), x'(t))$, которые определяют состояние системы V_i $(i = 1, ..., n)$. Необходимо дать правдоподобный прогноз, что при текущей истории изменений $x(t)$ наступит аварийное состояние в определенный промежуток времени, обозначаемый как Δt. Очевидно, что чем выше прогнозная граница, тем выше вероятность того, что аварийная ситуация произойдет хотя бы один раз за этот период. Зададим p* и выделим прогнозные границы. При расчете вероятности $P(x(t + \Delta t) > x^*) > p^*$ текущее состояние будет опаснее, если значение Δt меньше. Произвольно определим граничные значения Δt, которые разделяют разные уровни опасности. Если $j = \min (P (\exists \tau \in [t, t + \Delta tj]: x(t + \tau) > x^*) > p^*)$, состояние системы соответствует j-му уровню опасности. При достижении которой x(t) превышает пороговое значение x*, каждому состоянию системы присваивается уровень угрозы и граница прогноза. Уровни угроз классифицируются в соответствии со значением Δtj – чем ниже значение Δtj, тем выше уровень. Выполнение задачи прогнозирования превышения допустимого предела заключается в вычислении уровня угрозы текущего состояния по алгоритму.

Расчет УО требует обучения искусственной нейронной сети. Зададим определенные параметры:

– пороговое значение x^*;

– уровни опасности $d_1, d_2, ... d_m$;

– прогнозные границы $\Delta t_1 < \Delta t_2 < ... < \Delta t_m$, соответствующие уровням опасности;

– интервалы времени dt и T;

– критическое значение вероятности аварийной ситуации p^*.

После определения начальных параметров проводится обучение ИНС для алгоритма анализа данных потока.

2. *Искусственная нейронная сеть для контроля КА*

Для контроля состояния сложных технических систем на примере использовалась ИНС прямого распространения вместе с регрессионной моделью, создается отдельная ИНС для каждой подсистемы КА. Нейросетевой комплекс обнаруживает угрозу с точностью до блока, что позволяет сократить время реабилитации технического объекта, комплекс показан на рис. 1 [4].

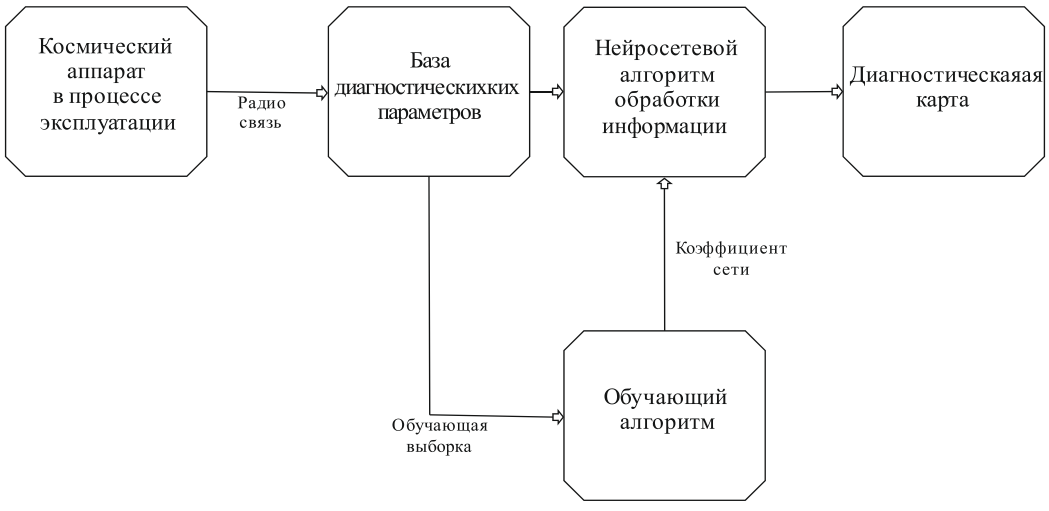


Рис. 1. Контроль состояния космического аппарата

Для обучения ИНС [5] использовались сохраненные потоки и данные. Обучающая выборка подбирается отдельно для каждой сети комплекса. Совместное использование ИНС и регрессионных технологий значительно улучшает контроль систем КА, что продлевает жизненный цикл космических аппаратов.

Рассмотрим задачу контроля на примере бортовой системы электроснабжения (СЭ) КА. Для обеспечения правильного энергетического состояния КА необходимо принять как технические, так и организационные меры для обеспечения функциональности и отказоустойчивости бортовых систем. Система ЭС КА обеспечивает питание всех подсистем аппарата, выход ее из строя приведет к отказу всего технического объекта. Предложено решение задачи контроля систем электроснабжения с помощью набора ИНС, которые объединены в единую схему, представленную на рис. 2 [6, 7]. Расчет величины $QАБ(t)$ основан на определении временного интервала, в течение которого мощность и нагрузка остаются неизменными. Массив величин разностей является основой для построения системы ИНС, позволяющей определять энергетическое состояние. Контролирующий комплекс состоит из пяти ИНС, в котором каждая реализует модель функционирования соответствующего компонента СЭ: солнечной батареи (СБ); стабилизатора напряжения (СН); аккумуляторной батареи (АБ); разрядного устройства (РУ); зарядного устройства (ЗУ). Нейронная сеть работает совместно с блоком вычисления освещенности солнечной батареи, блоком задач и блоком логического управления коммутационно-распределительных устройств.

В процессе работы ИНС обучаются на основе текущих измерений параметров состояния соответствующих подсистем, токов I и напряжений U. При прогнозировании энергетического состояния нейронные сети используются для расчета напряжений на входах/выходах компонентов бортовой СЭ, а также для расчета состояния заряда аккумуляторных батарей.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные исследования контроля на основе нейронной сети по данным телеметрии

Сеть прямого распространения со скрытым слоем применялась для обработки данных телеметрических данных КА. Архитектура сети: входной слой – 5 нейронов, выходной слой – 5 нейронов и скрытый слой – 500 нейронов. Для экспериментов использовался поток телеметрических данных космического аппарата «Юбилейный» [8]. Каждую минуту аппарат передает данные о токе, напряжении, температуре и других параметрах. Фрагмент данных телеметрии КА представлен в табл. 1.

Таблица 1

Поток данных телеметрии с трех датчиков КА

Время	Значения с датчиков КА		
	Bort_V	Bort_A	Sun_V
12:09:44	14.7	0.15	0.11
12:10:44	14.7	0.18	0.11
12:11:44	14.6	0.18	0.28
12:12:44	14.5	0.18	0.95
12:13:44	13.10	0.15	14.20

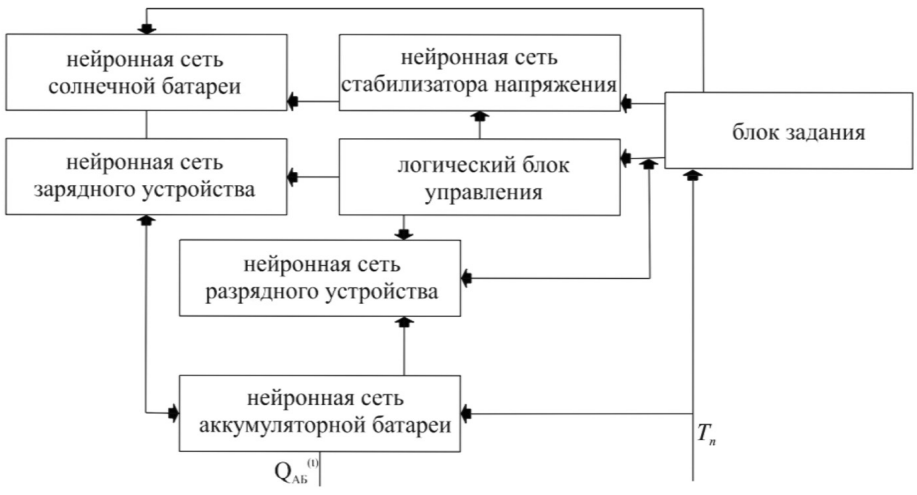


Рис. 2. Структура ИНС для прогнозирования энергетического состояния КА

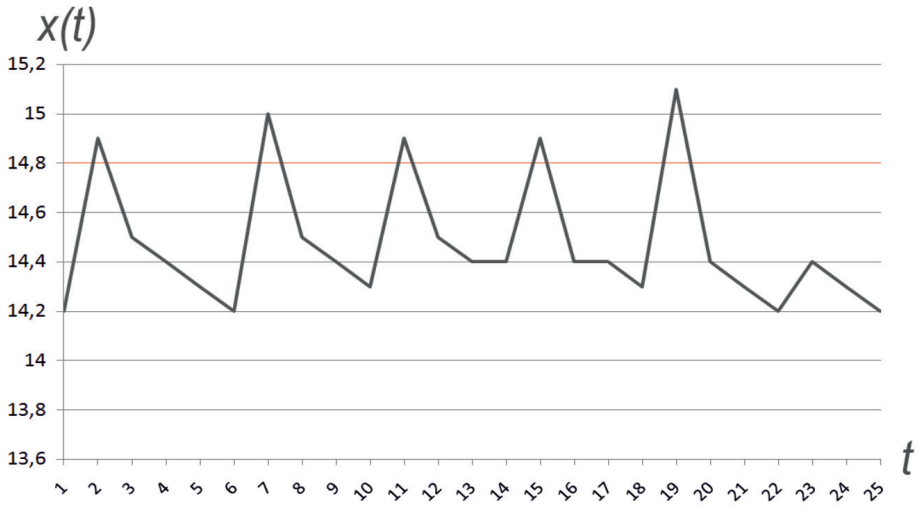


Рис. 3. Данные телеметрии КА

На примере датчика Bort_V рассмотрим фрагмент потока данных телеметрии, который показан на рис. 3. Пороговое значение x^* для этого датчика установлено равным 14,7. Значения выше этого порога считаются аномальными.

Для реализации подхода требуется задать некоторые параметры: три прогнозные границы (в минутах): уровни опасности, заданные в соответствии с прогнозными границами: d1 = 3 (высокий УО), d2 = 2 (средний УО), d3 = 1 (низкий УО); t1 = 20, t2 = 30, t3 = 50; dt = 1; пороговое значение x* = 14,7; T = 3000, тогда N = T / dt = 3000.

Для прогнозирования возникновения аварийных ситуаций датчиковой аппаратуры КА использовалась динамически переобучающаяся ИНС прямого распространения. ИНС имеет выходов (количество выходных нейронов – это способность нейронной сети предсказывать поведение оборудования на p шагов вперед) и входов (размер скользящего окна). Численность скрытых нейронов и слоев определяют настройки. Нейросеть с четырьмя слоями и больше показала результаты получше.

С существующими наборами тестовых данных представленный метод оказался лучшим. За счет плавного изменения телеметрических данных КА точность прогноза гарантируется. При резком изменении телеметрических данных обнаруживается неисправность датчика, так как за счет дополнительного обучения ИНС данные с помехами заносятся в ИНС.

С использованием алгоритма RPROP [9] нейронная сеть обучается. В качестве функции активации для каждого из нейронов ИНС был выбран гиперболический тангенс. Сеть прямого распространения была дополнена слоем сети векторного квантования. Количество нейронов в сети векторного квантования соответствует количеству классов, определенных в обучающей выборке. Формирование обучающей выборки для сети векторного квантования происходит в автоматическом режиме по разработанному алгоритму.

Для тестирования возможностей нейронной сети предложен следующий алгоритм:

1) выбираем случайный вектор из исходной обучающей выборки;

2) выбираем случайную позицию в векторе значений;

3) определяем данную позицию как неизвестное значений, обнуляя ее;

4) передаем модифицированный вектор на вход ИНС и восстанавливая неизвестное значение;

5) оцениваем отклонение восстановленного значения от значения, представленного в векторе, выбранном на первом шаге алгоритма.

Тестирование проводилось на показаниях группы из пяти датчиков: «Sun, A» (ток солнца), «Sun, V» (напряжение солнца),»Sp3, A» (I Сп3), «Sp2, A» (I Сп2) и «Sp1, A» (I Сп1). Было проведено пять независимых тестов, каждый из которых обучил ИНС и протестировал тысячу векторов с внесенными ошибками. Фрагмент результатов тестирования приведен в табл. 2 и на рис. 4.

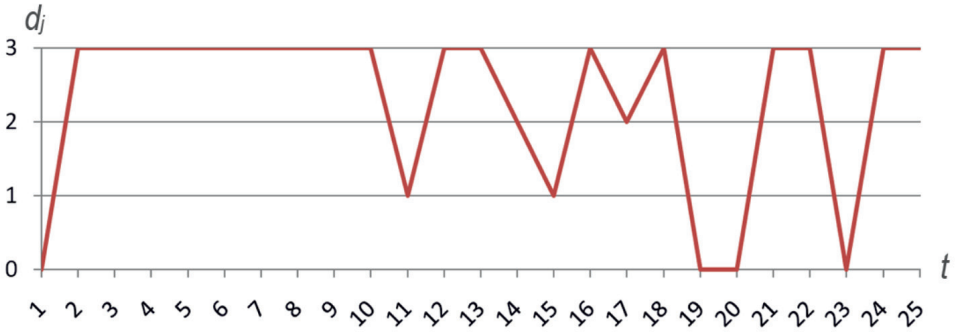


Рис. 4. Уровни опасности для датчика Bort_V

Таблица 2

Фрагмент результата работы алгоритма

t	d_j	x(t)
1	0	14.3
2	3	14.8
3	3	14.4
4	3	14.5
5	3	14.4
6	3	14.3
7	3	15
8	3	14.5
9	3	14.3
10	3	14.4
11	1	14.8
12	3	14.4
13	3	14.5
14	2	14.3
15	1	14.8
16	3	14.5
17	2	14.5
18	3	14.4
19	0	15.2
20	0	14.5
21	3	14.4
22	3	14.3
23	0	14.5

При $x(3) = 14{,}4$ уровень риска высок, т.е. в течение 20 мин $x(t)$ превышает пороговое значение $x^* = 14{,}7$. Для $x(3) = 14{,}4$ прогноз подтвердился через 4, 8, 12 и т.д. мин: $x(7) = 15$, $x(11) = 14{,}8$, $x(15) = 14{,}8$. Точность прогноза составляет около 86%.

Заключение

В настоящей работе предложен и исследован метод нейросетевого прогнозирования поведения аномалий в потоках данных с космических подсистем. Его сравнение с байесовским подходом [2] оказывает идентичность получаемых результатов при относительной простоте алгоритма настройки и возможности распараллеливания задачи на несколько прогнозных интервалов. Отличаясь простотой реализации, нейросетевой метод уместен при его использовании как в наземных, так и в бортовых системах контроля наличия сбоев в телеметрии.

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы «Архитектура, системное, инструментальное и прикладное программное обеспечение, методы анализа и верификации информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений». Номер гос. регистрации АААА-А19-119020690043-9.

Список литературы

1. Коновалов В.Н., Корлякова М.О. Подход к разработке систем управления малыми космическими аппаратами в нейросетевом базисе. Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://engjournal.ru/articles/1271/1271.pdf (дата обращения: 15.03.2021).

2. Амелькин С.А., Шустова М.В. Байесовская оценка аномальности потока данных // Искусственный интеллект и принятие решений. 2016. № 2. С. 55–59.

3. Абрамов Н.С., Талалаев А.А., Фраленко В.П. Интеллектуальный анализ телеметрической информации для диагностики оборудования космического аппарата // Информационные технологии и вычислительные системы. 2016. № 1. С. 64–75.

4. Червяков Н., Евдокимов А., Галушкин А. и др. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии: учебник. М.: Физматлит, 2012. 280 с.

5. Горожанина Е.И. Нейронные сети: учебное пособие. Самара: ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2017. С. 23.

6. Михайлов А.С., Староверов Б.А. Проблемы и перспективы использования искусственных нейронных сетей для идентификации и диагностики технических объектов // Вестник ИГЭУ. 2013. № 3. С. 1–6.

7. Konovalov V.N., Korlyakova M.O. Approach to developing control systems of micro spacecraft in neuronetwork basis. [Electronic resource]. URL: http://engjournal.ru/articles/1271/eng/1271.pdf (date of access: 15.03.2021).

8. Горева Т.И., Порнягин Н.Н., Пюкке Г.А. Нейросетевые модели диагностики технических систем // Вестник КРАУНЦ. 2012. № 1 (4). С. 31–43.

9. Riedmiller M., Braun H. A direct adaptive method for faster backpropagation learning: The RPROP algorithm. Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, 1993. P. 586–591.

УДК 621.9-114

ОБЗОР НАУЧНО-ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СТАНКОВ С ЧПУ НА ОСНОВЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Шулаев И.Д., Поляков А.Н., Крылова С.Е.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: anp_temos@mail.ru

В работе представлен обзор научно-проектных решений по изготовлению станков с ЧПУ на основе использования мехатронных модулей. Представлен вариант решения задачи проектирования станка, реализующего получистовую и высокоскоростную обработку. Для этого предложено использовать два шпиндельных узла, расположенных на одной поворотной колонне. Выполненные проектные работы позволили предложить вместо одного гамму станков, оснащенных мехатронными модулями, реализующими разные технологические возможности, в зависимости от комбинации используемого набора мехатронных модулей. В качестве способов достижения поставленной цели были использованы: установка автоматической двухступенчатой коробки скоростей; установка мехатронного модуля в виде глобусного стола с токарной функцией и редуктором по оси А; установка одноосного стола; установка агрегатной модульной поворотной стойки с гидравлическим конусным зажимом и силовым редуктором; установка шпиндельного узла для силового резания; установка мехатронного модуля в виде высокоскоростного шпиндельного узла для финишной обработки. Выходные параметры спроектированной гаммы станков обоснованы с использованием инженерного анализа. Предварительные геометрические параметры проектируемых конструкций обосновывались с использованием Autodesk Inventor. Окончательные решения получены при использовании CAE-системы Ansys.

Ключевые слова: модульные станки, поворотная модульная стойка, высокоскоростной шпиндельный узел, глобусный стол

OVERVIEW OF SCIENTIFIC DESIGN SOLUTIONS FOR PRODUCING CNC MACHINE TOOLS BASED ON MECHATRONIC MODULES

Shulaev I.D., Polyakov A.N., Krylova S.E.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: anp_temos@mail.ru

The paper provides an overview of scientific and design solutions for the manufacture of CNC machine tools based on the use of mechatronic modules. A variant of solving the problem of designing a machine tool that implements semi-finishing and high-speed machining is presented. For this, it is proposed to use two spindle assemblies located on one rotary column. The completed design work made it possible to offer instead of one a range of machine tools equipped with mechatronic modules that implement different technological capabilities, depending on the combination of the used set of mechatronic modules. The following methods were used to achieve this goal: installation of an automatic two-stage gearbox; installation of a mechatronic module in the form of a globe table with a turning function and a gearbox along the A axis; installation of a uniaxial table; installation of an aggregate modular swinging column with a hydraulic cone clamp and a power reducer; installation of a spindle unit for power cutting; installation of a mechatronic module in the form of a high-speed spindle assembly for finishing. The output parameters of the designed range of machine tools are justified using engineering analysis. The preliminary geometrical parameters of the designed structures were justified using Autodesk Inventor. The final solutions were obtained using the Ansys CAE system.

Keywords: numerically controlled machines, modular rotary modular colomn, high speed spindle unit, globe table, modular machine tools

Современные станки с ЧПУ характеризуются ростом рабочих подач и реализуемых на них скоростей резания [1–3].

Проведенный обзор технических характеристик современных обрабатывающих станков показал, что их условно можно разделить на две группы. Одна группа станков предназначена для выполнения скоростного силового резания. Другая – для выполнения скоростной обработки. Поэтому была обозначена цель – спроектировать обрабатывающий центр, который позволит реализовать два типа резания: для выполнения скоростного силового резания и для выполнения высокоскоростной обработки.

Материалы и методы исследования

Для разработки проекта в качестве базового станка использовали координатно-расточной станок модели 24К40АФ4–01.

Были выбраны следующие способы достижения поставленной цели: изменение кинематики коробки скоростей с расширением диапазона частот вращения вертикального силового шпинделя станка; установка мехатронного модуля в виде глобусного стола с токарной функцией и редуктором по оси А; установка агрегатной модульной поворотной стойки с гидравлическим конусным зажимом и силовым редуктором; установка шпиндельного узла для силового резания с гидравлическим тормозом; установка высокоскоростного шпиндельного узла для финишной обработки; установка новой системы числового программного управления, обеспечивающей одновременное управление пятью осями.

При реализации вышеназванных способов достижения поставленной цели были выполнены следующие технические разра-

ботки: проект привода главного движения станка с автоматической коробкой скоростей; проект силового и высокоскоростного шпиндельных узлов; проект глобусного стола с токарной функцией и редуктором по оси А; проект агрегатной поворотной модульной стойки с силовым редуктором; проект гидравлических схем для глобусного стола и агрегатной поворотной стойки.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ выбранных режимов резания позволил определить диапазон частот вращения шпиндельного узла, развиваемую мощность и крутящий момент в приводе главного движения. Это позволило спроектировать новую кинематическую схему обрабатывающего центра.

Силовой расчет автоматической коробки скоростей, включающий расчет зубчатых передач, валов и подшипников, был выполнен в автоматизированной системе проектирования Autodesk Inventor [4]. По результатам выполненного кинематического расчета привода с бесступенчатым регулированием был выполнен проект привода главного движения станка с автоматической коробкой скоростей (АКС). В АКС станка в качестве механизма переключения скоростей использована электромагнитная зубчатая муфта.

Проект глобусного стола с токарной функцией и редуктором по оси А. В станках с ЧПУ широко применяют различные механизмы периодического поворота с последующей фиксацией положения поворачиваемых узлов. Эти механизмы улучшают эксплуатационные возможности и производительность станков, обеспечивают сложную траекторию перемещения инструмента, повышают качество деталей [5].

На рис. 1 представлена конструкция глобусного стола, разработанного авторами. Особенностями конструкции являются: по оси А – возможность наклона и фиксации под углом (до 120°); по оси С – возможность фиксации под любым углом с точностью до 15»; по оси С – возможность токарной функцией до 500 об/мин. Вращение заготовки вокруг оси С и с возможностью наклона по оси А станка позволяет совершать такие технологические переходы: круговое фрезерование, обработка отверстий; шпоночных канавок; фрезерование пазов и шлицов. При одновременном управлении всеми координатами станка появляется возможность обработки деталей сложного профиля. В качестве прямого привода, обеспечивающего вращения планшайбы стола, выступает мотор-шпиндель, которые совмещает в своей конструкции электрический синхронный двигатель. Наклон глобусного стола под необходимым углом (от +30° до +120°) обеспечивается червячным редуктором с передаточным отношением 1:45. В качестве привода наклона глобусного стола служит серводвигатель Siemens модели 1FK7060-5AF71-1. Передача крутящего момента на редуктор от двигателя осуществляется через предохранительную муфту и ременную передачу. Контроль дискретности стола осуществляет датчик обратной связи HIDENHAIN RCN 8000. Фиксацию глобусного стола по осям А и С осуществляет гидравлический тормозной механизм, управляемый электромагнитным клапаном соответствующей оси. Тормоз расположен максимально близко к рабочему столу (планшайбе), что позволяет минимизировать биение стола при обработке и зажиме, делая рабочий стол пригодным для работы в тяжёлых режимах.

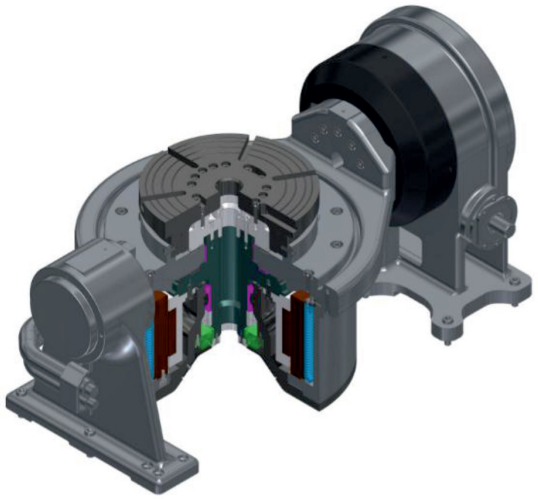


Рис. 1. Проект глобусного стола

Проект агрегатной модульной поворотной стойки. Спроектированная авторами поворотная стойка была спроектирована для расширения технологических возможностей станка (рис. 2). Ее поворот на 180° приводит к смене рабочего положения одного из шпинделей станка. Поворотная стойка вращается вокруг внутренней неподвижной колонны за счет упорно-радиального подшипника со сферическими роликами 90392/500 ГОСТ 9942-90, установленного на фланце внутренней колонны. Применение этого типа подшипника обеспечило компенсацию несоосности осей стойки и внутренней неподвижной колонны, так как упорно-радиальной сферический роликоподшипник является самоустанавливающимся.

Рис. 2. Агрегатная поворотная модульная стойка

Поворот стойки на 180° осуществляет спроектированный силовой червячный редуктор, расположенный у основания поворотной стойки и передающий момент от крупномодульного червяка к зубчатому сектору червячного колеса. Фиксацию колонны выполняет механизм, состоящий из двух конусных деталей, расположенных в верхней части поворотной стойки. Первая деталь – конусная гильза монтируется неподвижно к внутренней колонне, она же является частью подшипникового узла, выполняющей роль заделки в верхней части между поворотной стойкой и внутренней колонной. Вторая деталь – конус с упругими лепестками, который перемещается в осевом направлении за счет тяги штока силового гидроцилиндра. Фиксация двух деталей и поворотной стойки, соответственно, происходит за счет сил трения между контактируемыми поверхностями упругих лепестков и рабочих поверхностей конусной гильзы.

Проект высокоскоростного и силового шпиндельного узла. Мотор-шпиндель – это шпиндель со встроенным приводом. Шпиндель вращается со скоростью, развиваемой электродвигателем, и передаёт крутящий момент на оправку инструмента через устройство для его зажима [6]. Авторами был выполнен проект электрошпинделя для высокоскоростной чистовой и финишной обработки (рис. 3). В передней опоре установлено три радиально-упорных подшипника по схеме «Тандем-О», в задней опоре радиально-упорные подшипники установлены по схеме «О». Геометрические параметры шпинделя подбирались по результатам расчета статических характеристик, определенных в Autodesk Inventor. Перемещения на переднем конце составили чуть менее 3,5 мкм при задании радиальной нагрузки, равной 650 Н и осевой – 450 Н.

Исследования в области тепловых процессов в многоцелевых станках показывают, что тепловые погрешности шпинделя могут составлять до 80% от общих тепловых погрешностей станка, обусловленных непрерывным вращением шпинделя в процессе обработки [7, 8]. А учитывая высокие частоты вращения спроектированного шпинделя (40000 об/мин), тепловые погрешности могут стать определяющими.

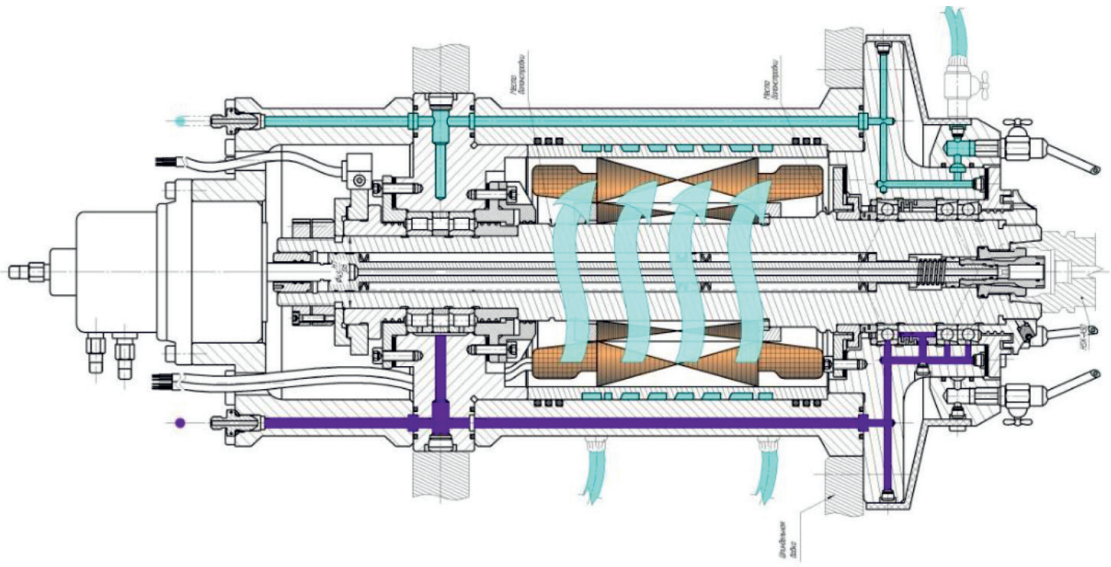


Рис. 3. Высокоскоростной шпиндельный узел с контуром охлаждения

Поэтому в конструкции шпиндельного узла было предложено использование специальных каналов для охлаждающей жидкости, нагнетаемой насосом в гильзу и огибающей обе опоры узла и обмотку встроенного двигателя.

Шпиндель для получистовой и чистовой обработки (в данной концепции проекта – силовой). Авторами был выполнен проект шпиндельного узла на радиально-упорных подшипниках с автоматической коробкой скоростей (рис. 4). Соединение конца шпинделя с автоматической коробкой скоростей осуществлялось через беззазорную кулачковую муфту GAS/ SG для снижения энергопотребления и повышения производительности обработки [9]. При проектировании обоих шпиндельных узлов проводился инженерный анализ с построением статических, динамических и тепловых характеристик. Анализ статических характеристик шпинделя выполнялся в Autodesk Inventor [4]. При задании радиального нагружения 2000 Н и осевого – 1000 Н перемещения в точке приложения силы на переднем конце составили 2,28 мкм. Полный инженерный анализ шпиндельного узла выполнялся в системе Ansys в составе всей несущей системы станка [10].

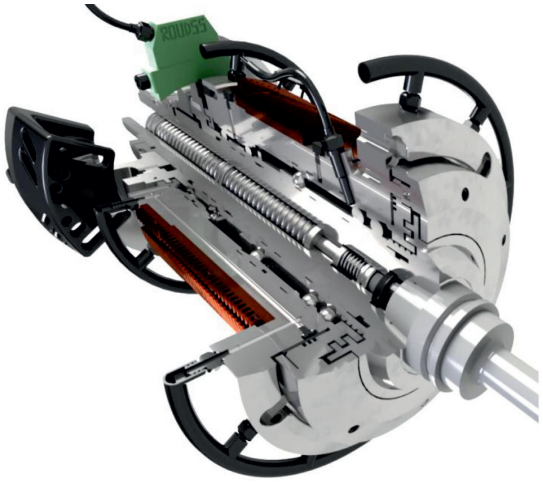
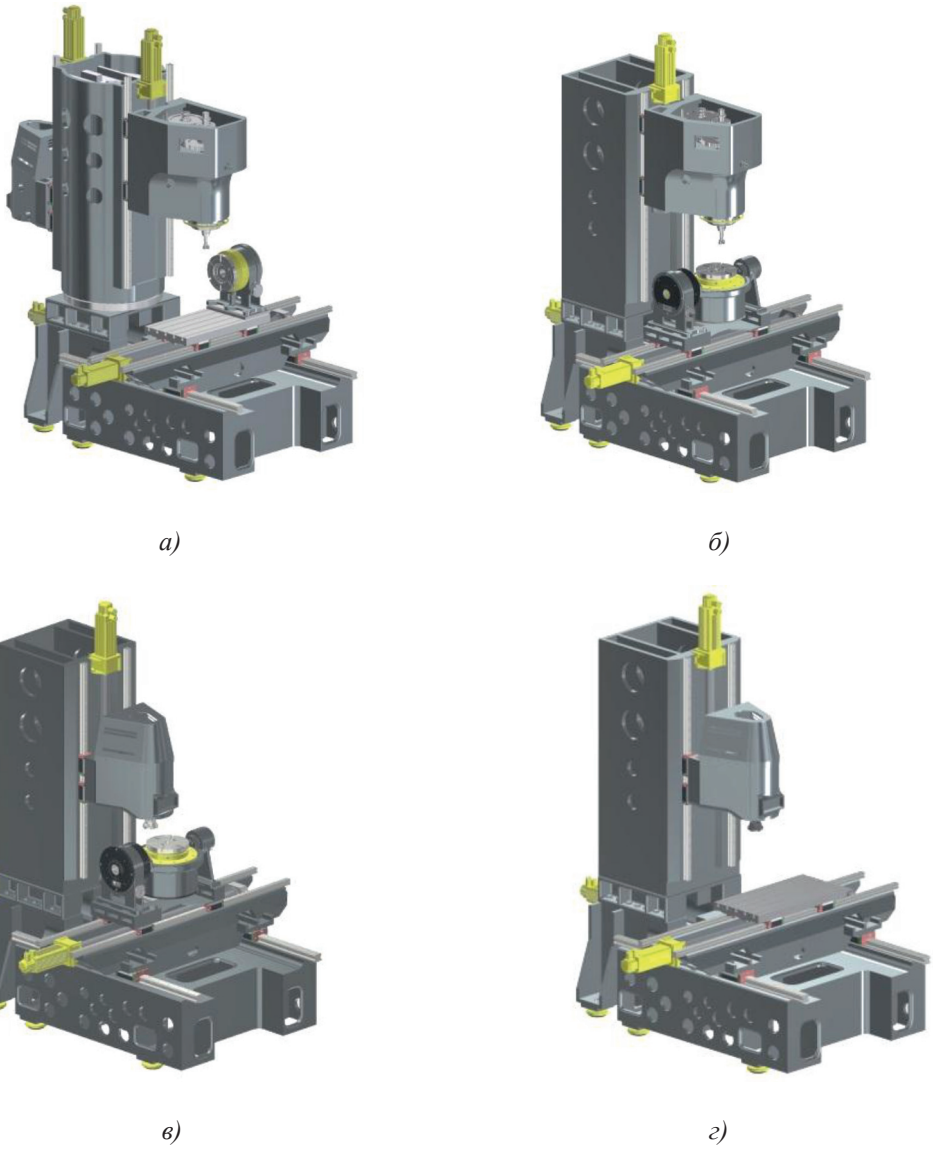


Рис. 4. Шпиндель для получистовой и чистовой обработки

Проект модульных компоновок несущей системы станка. Разработка мехатронных модулей позволила предложить не один вариант компоновки нового многоцелевого станка, а гамму станков, спроектированных по модульному принципу. Применение модульного принципа существенно снижает себестоимость проектирования и изготовления гаммы станков. Для выполнения проектов модульных компоновок станков дополнительно был выполнен проект одноосевого поворотного стола и проект монолитной стойки. Это позволило разработать пять вариантов компоновочных решений на базе одной концепции. Компоновки представляют собой разные варианты оснащения станка мехатронными модулями, поворотными и монолитными стойками. Спроектированная гамма станков с различающимися компоновками и технологическими возможностями ориентирована под конкретные задачи заказчика, позволяя активно участвовать в реализации технологий «Индустрия 4.0» и отвечать динамичным запросам «Общество 5.0». Понятно, что формообразующие движения пятиосевого станка обеспечивают решение задач, предназначенных для трех- и четырехосевого станка. Однако жесткость пятиосевого станка – его слабое место. И для подготовки технологических баз предпочтительно использовать более жесткие трехосевые станки. В качестве примера на рис. 5 представлены четыре 3D модели спроектированных авторами станков, построенных на базе единых мехатронных модулей и модульных систем: а) двухшпиндельный станок с поворотной стойкой и вертикальным поворотным столом; б) пятиосевой станок для силового резания; в) пятиосевой станок для скоростного резания; г) трехосевой станок для скоростного резания. Оценка статических, динамических и тепловых характеристик выполнялась с использованием CAE-системы Ansys [10]. Первая собственная частота для несущей системы компоновки станка с поворотной стойкой, двумя шпиндельными узлами и глобусным столом составила около 26 Гц. Недостатком выполненных исследований являлась невозможность проведения полноценной конечно-элементной оптимизации конструкции в автоматическом режиме ввиду ее громоздкости (результаты инженерного анализа в этой работе не приведены ввиду существующих ограничений журнала. – Прим. авт.).

Заключение

Результатом выполненной работы является: проект обрабатывающего центра, реализующий скоростное силовое резание и скоростную обработку. Проект обрабатывающего центра представляет авторскую конструкторскую разработку. Конструкторская документация на все узлы станка представлена чертежами и 3D-моделями.



а) *б)*

в) *г)*

Рис. 5. Модульные компоновки: а) двухшпиндельный станок с поворотной стойкой и вертикальным поворотным столом; б) пятиосевой станок для силового резания; в) пятиосевой станок для скоростного резания; г) трехосевой станок для скоростного резания

Научной новизной предлагаемого проекта является новое компоновочное решение станка, использующее агрегатную поворотную модульную стойку, несущей две шпиндельные бабки с двумя шпиндельными узлами, имеющими принципиально различающиеся конструкторские решения, обеспечивающими сочетание в одной конструкции силового скоростного резания и высокоскоростной обработки. Для скоростного силового резания использован шпиндельный узел с автоматической коробкой скоростей. Для высокоскоростной обработки был спроектирован моторшпиндель с рубашечным охлаждением. Все принятые решения были подтверждены инженерными расчетами, выполненными с использованием современных систем проектирования и моделирования Autodesk Inventor и Ansys. Результаты их использования позволили уточнить конструктивные решения для всех элементов несущей системы станка.

Практическую ценность проекта составляют предложенные четыре варианта компоновки станка: трехосевая, четырехосевая и две пятиосевых. Это достигается за счет сочетания использования разных типов столов и шпиндельных узлов. Реализованный модульный принцип конструирования существенно снизил затраты на проектирование и создает ожидаемый экономический

эффект при реализации данного проекта на машиностроительном предприятии.

Дальнейшим развитием проекта является проведение топологической оптимизации для базовых деталей станка и рассмотрение их практической реализации с использованием или металлических 3D принтеров или литейных технологий.

Список литературы

1. Молодцов В.В. Методы проектирования высокоэффективных металлообрабатывающих станков как мехатронных систем: дис. … докт. техн. наук. Москва, 2016. 390 с.

2. Туромша В.И. Скоростное силовое фрезерование // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. Промышленность. 2012. № 3. С. 56–64.

3. Бреев С.В., Серебренникова А.Г. Высокоскоростное фрезерование труднообрабатываемых материалов: 3. Высокоскоростное фрезерование // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2014. Т. 1. № 1(17). С. 47–51.

4. Технология цифровых прототипов: Autodesk Inventor 2010. Официальный учебный курс. М.: ДМК Пресс, 2010. 944 с. [Электронный ресурс]. URL: https://znanium.com/catalog/product/409046 (дата обращения: 12.03.2021).

5. Бриченков С.Н., Соколова И.Д. Исследование возможности использования поворотного стола на фрезерном станке // Инновационная наука. 2015. № 9 (9). С. 67–70.

6. Бушуев В.В., Молодцов В.В. Высокоскоростные мотор-шпиндели приводов главного движения металлорежущих станков // Вестник МГТУ «Станкин». 2011. № 3. С. 24–32.

7. Liu K., Liu Y., Sun M., Li X., Wu Y. Spindle axial thermal growth modeling and compensation on CNC turning machines Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2016. Vol. 87. P. 2285–2292.

8. Поляков А.Н., Гончаров А.Н., Парфенов И.В. Прогнозирование тепловых характеристик станков для сложного режима работы // Вестник МГТУ «Станкин». 2019. № 1 (48). С. 99–103.

9. Qiu J., Wu Y., Geng C., GE R. Investigation of Developing Cutting Performance of Economic CNC Lathe by Shorten the Spindle Transmission Link. Advances in Mechanical Design. ICMD 2017. Mechanisms and Machine Science. 2018. Vol. 55. P. 177–193.

10. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя. Саратов: Профобразование, 2019. 640 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.iprbookshop.ru/87978.html (дата обращения: 12.03.2021).

ОБЗОРЫ

УДК 681.518.2:681.5.08

ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ФЕНОТИПИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ

[1]Бережной В.А., [1]Иващук О.А., [2]Семенов Д.С.

[1]НИУ «Белгородский государственный университет», Белгород, e-mail: vaber93@mail.ru, ivaschuk@bsu.edu.ru;

[2]СПК «Колхоз имени Горина», Белгород, e-mail: semenov.ds83@gmail.com

Статья посвящена обзору существующих методов фенотипирования растений. Обоснована актуальность автоматизации процесса регистрации точной и объективной оценки морфологических, физиологических и анатомических параметров растений. Рассмотрены алгоритмы и методы расчета фенотипических характеристик растений, а также наиболее общие этапы процесса регистрации параметров растений, заключающиеся в получении первичной информации с сенсоров, предобработки полученных данных, построении модели растения, извлечении требуемых параметров, анализе результатов и визуализации. Анализ алгоритмов и методов производился на базе исследований, основанных на использовании двумерных изображений и исследований, использующих 3D модели растений, приведены плюсы и минусы каждого из подходов. Далее авторы обсуждают существующие мобильные и стационарные автоматизированные комплексы для сбора и оценки параметров роста и состояния растений с использованием 2D изображений, изображений и карты глубины объекта, 3D моделей. Такие системы задействованы в лабораториях биотехнологии растений, лабораториях коммерческих предприятий, выращивающих посадочный материал в промышленных объемах, и в полях. Для рассмотренных комплексов фенотипирования описываются результаты исследований, производится анализ используемых компонентов и приводятся параметры, получаемые на выходе работы систем.

Ключевые слова: феномика растений, автоматизированная система фенотипирования, математическое моделирование, компьютерное зрение, измерительные системы

REVIEW OF METHODS AND ALGORITHMS OF AUTOMATED PLANT PHENOTYPING SYSTEMS

[1]Berezhnoy V.A., [1]Ivaschuk O.A., [2]Semenov D.S.

[1]Belgorod State University, Belgorod, e-mail: vaber93@mail.ru, ivaschuk@bsu.edu.ru;

[2]Agricultural Production Cooperative named after V. Gorin, Belgorod, e-mail: semenov.ds83@gmail.com

The article is a review of existing methods of plant phenotyping. The importance of the automatic registration process for accurate and precision assessment of morphological, physiological, and anatomical parameters of plants has been substantiated. Algorithms and methods for calculating the phenotypic characteristics of plants are considered. The common pipeline of plant feature extraction is identified. The review includes approaches based on the use of 2D images and approaches using 3D models of plants. The pros and cons of each approach are given. Next, the authors discuss the existing automated systems for plant feature extraction of three classes, namely, based on usage of images, images and depth maps of the object, 3D models. Such systems are used in laboratories of plant biotechnology, laboratories of commercial enterprises, and in the fields. For each phenotyping complex, the research results are described, the most important parts are identified, and the system output parameters are given.

Keywords: plant phenomics, automated phenotyping system, mathematical modeling, computer vision, measurement systems

Для ускоренного размножения и получения качественного посадочного материала необходимо осуществлять правильный подбор состава питательных сред на каждой стадии развития растений индивидуально для каждой культуры и даже для отдельных сортов. Для оценки эффективности использования применяемой питательной среды необходима регистрация морфологических, физиологических и анатомических параметров прироста отдельных частей, органов растений и растений в целом. Регистрация параметров растений также необходима для генетических и селекционных экспериментов.

Фиксация параметров растений может производиться при помощи мануальных измерений или с использованием цифровых методов. При мануальном способе измерения возникает ряд проблем, а именно ограниченное количество измеряемых характеристик (невозможно точно измерить объемы, площади частей растения и растения в целом); низкая скорость и точность измерений; зависимость результата от человеческого фактора; при исследовании образца в пробирке необходимо вынимать растение, что нарушает микроклимат в пробирке и потенциально может повредить растение; отсутствие унификации в критериях оценки; слабый контроль динамики развития.

Исследование растений цифровыми методами позволяет решить проблемы ману-

альных измерений. Занимается этим наука на стыке биологии и информатики – феномика. Основной задачей феномики является фенотипирование, что означает проведение точной и объективной регистрации параметров растений за счет цифровых методов автоматизации.

Целью исследования является анализ современного состояния проблемы фенотипирования растений, а также систематизация существующих наиболее перспективных алгоритмов, методов и комплексов для оценки роста и развития растений.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили научные статьи и пособия в области компьютерного зрения, 3D моделирования и систем фенотипирования растений.

Методами исследования служили эмпирические методы – изучение литературы, документов, сайтов, результатов, опыта и теоретические методы – анализ, синтез, сравнение, обобщение, выявление противоречий.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании [1–3] были проанализированы алгоритмы и методы расчета фенотипических характеристик растений с возможностью визуализации и выявлены наиболее общие этапы процесса их получения, как это схематично представлено на рис. 1.

При использовании цифрового подхода первичную информацию о растении получают при помощи датчиков или сенсоров, которые могут быть активными и/или пассивными; далее происходит процесс предобработки полученных данных.

Предварительная обработка может заключаться в улучшении качества изображений, фильтрации шумов, коррекции дисторсии, сегментации силуэта растения на фоне и т.д.

На следующем шаге производится построение модели растения, на основании которой измеряются параметры растения, производится их анализ. Методы анализа варьируются исходя из задач исследования и могут включать сравнительный анализ признаков, внутриклассовую классификацию, межклассовую классификацию, поиск выбросов и т.д. По итогам анализа пользователю представляется понятная для человека информация в виде таблиц, графиков, изображений.

Особый интерес представляют методы построения моделей и оценки параметров растений ввиду своего алгоритмического и аппаратного разнообразия.

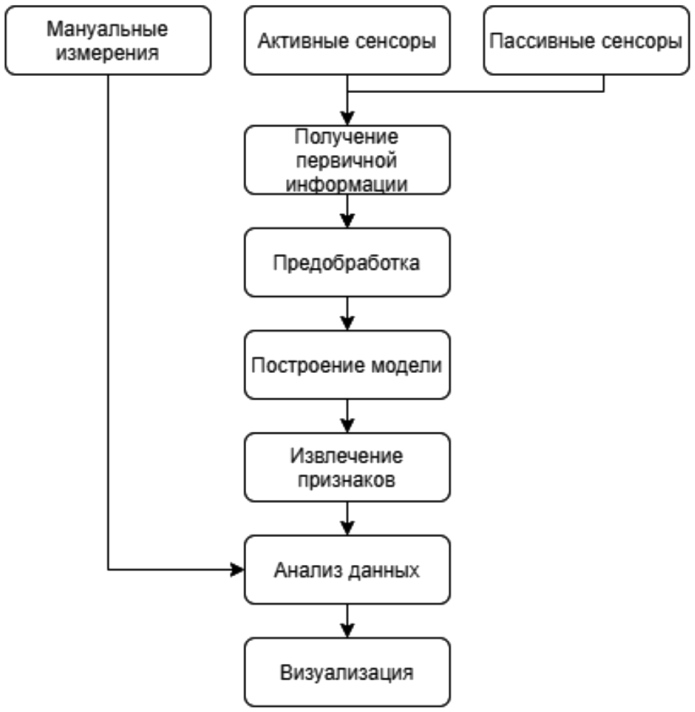


Рис. 1. Схема процесса регистрации параметров растений

Анализ методов построения моделей растений

Оценка фенотипических параметров растений производится на основе двумерных изображений или на основе объемной реконструкции растений в трехмерном пространстве. Выбор подхода производится на основании выбора параметров растений, которые необходимо получить для конкретного исследования.

А. Оценка параметров растений на основе двумерных изображений.

Оценка параметров растений на основе двумерных изображений многократно производилась различными исследовательскими коллективами, например [3–5]. При этом измерения параметров производятся в плоскости изображения в пикселях, которые далее преобразуются в метрическую систему измерения. Данный подход обладает алгоритмической и вычислительной простотой по сравнению с методами, работающими с 3D моделями растений, и способен производить весьма точную оценку параметров растений с относительно простой анатомической структурой. Однако при усложнении анатомической структуры растения проявляются недостатки подобного метода. Так, сильная кустистость растений, большое количество листьев или листья с большой листовой пластиной могут скрывать расположенные за ними элементы растения, тем самым не давая возможность верной оценки структуры растения и, как следствие, проведения верных расчетов. Для преодоления этой проблемы используется серия фотоснимков с различных ракурсов – вид сверху, серия видов сбоку с фиксированным шагом вращения, на каждом снимке производится расчет параметров, а далее производится анализ полученных значений с целью получения наиболее достоверных [6]. Следует отметить, что даже при таком подходе невозможно получить множество параметров с высокой точностью, например углы наклона листьев, площади поверхности и объемы листьев и стебля. Для получения более точных данных и большего количества параметров создают 3D модель растения, на базе которой производят дальнейшие вычисления. Такой подход является более сложной задачей с инженерной и вычислительной точек зрения, но позволяет получить большее количество параметров растений, а также более точные результаты ввиду того, что модель растения сохраняет размерность пространства реального объекта.

Б. Оценка параметров растений на основе трехмерных моделей.

Растения могут иметь достаточно сложную анатомию для моделирования, поэтому до конца 1960-х гг. ботанические рисунки были основным средством представления их структуры. Развитие цифровой техники дало старт компьютерному моделированию растений, в первую очередь синтетических, создаваемых на основе правил для формального описания развития сложных ветвящихся структур.

В 1968 г. венгерский биолог и ботаник Аристид Линденмайер предложил формальный способ описания развития простых многоклеточных организмов, а затем высших растений на базе разработанной им L-системы [7]. Это формальная грамматика, состоящая из алфавита и продукционных правил, которые позволяют выразить свойства рекурсивности и самоподобия роста организма.

В 1998 г. Годин и Каральо [8] разработали метод MTG (от англ. Multiscale Tree Graph – многоуровневый древовидный граф) для гибкого и унифицированного описания растений с использованием топологической и геометрической информации на разных масштабах. Метод MTG получил широкое распространение и используется в различных специализированных программных продуктах, например, таких как AMAPmod [9] и Open Alea [10].

Моделирование растений на основе правил позволяет создать синтетические растения, которые отображают структуру реальных или желаемых растений, но не обязательно отражают детально параметры любого существующего растения.

В настоящее время, используя высокопроизводительные компьютеры, портативные камеры и датчики, стало возможно применять множество подходов для создания точной 3D модели растений.

При использовании методов моделирования растений, использующих информацию с сенсоров, получают реальные данные для разработки детализированных 3D-моделей растений. Сенсоры делятся на пассивные, измеряющие отражённый свет или тепловое излучение, и активные, которые используют собственный источник излучения [11].

Большинство активных сенсоров для 3D моделирования используют технологию LiDAR или Structured Light [11].

Для исследования растений пассивными сенсорами используют одну оптическую камеру или несколько оптических камер в связке. Оптические камеры позволяют ра-

ботать с растениями, находящимися в пробирке за стеклом, не нарушая микроклимат пробирки и не травмируя растение. Существует множество методов по созданию 3D моделей на основе двумерных изображений. Данные методы объединены в зарубежной литературе термином «Shape from X» (от англ. форма на основе X), где X является указанием того, на чем базируется сам метод [12]. Наиболее популярными являются следующие методы:

– Shape from Shading – создание 3D модели по одиночному изображению на основе яркостного анализа [12, 13],

– Shape from Silhouette – создание 3D модели по силуэту объекта на изображении [12, 14, 15],

– Shape from Stereo – создание 3D модели по изображениям стереопары [16],

– Shape from Motion – создание 3D модели по набору изображений, полученных при движении наблюдателя [12, 17].

На рис. 2 схематично продемонстрировано распределение известных методов моделирования растений.

Существующие автоматизированные комплексы фенотипирования растений

Обзор литературы показал, что системы фенотипирования классифицируются на мобильные и стационарные. Мобильные системы, как правило, располагаются на подвижной платформе и используются для исследования растений на больших площадях, например в полях [18–20]. Стационарные системы предназначены для проведения исследований в лабораторных условиях.

В литературе преобладает описание использования стационарных систем фенотипирования, основанных на обработке 2D-изображений. Например, система фенотипирования «PHENOPSIS» [21] использует мультисенсорный комплекс для анализа реакции растений на различные факторы окружающей среды и составы почвы. Результатом работы системы являются прогностические модели развития растений на основе показателей температуры, освещенности, состояния воды в почве, влажности воздуха, а также анализа внешнего вида и состояния растения на изображениях, полученных камерой, расположенной над горшком с объектом.

«HTPheno» – это система анализа изображений для фенотипирования растений по двум видам – сверху и сбоку [22]. В рамках эксперимента рассчитывались такие параметры, как высота, ширина и предполагаемая площадь побегов растений. «HTPheno» использовался для анализа двух сортов ячменя.

Система «GROWSCREEN» [23] позволяет измерять площадь листьев и относительную скорость роста на основе изображений с камеры, расположенной над массивом из 120 саженцев. Расчет площади производился путем подсчета пикселей после наложения битовых масок с заданными пороговыми значениями в HSV палитре.

В работе [24] авторы разработали комплекс под названием «Phenoscope», который является автоматизированной системой фенотипирования, непрерывно вращающей 735 горшков с побегами *Arabidopsis thaliana*. «Phenoscope» автоматически регулирует полив и оснащен фотокамерой с блоком автоматического анализа изображений для отслеживания размера розетки растений и степени ее расширения во время вегетативной стадии.

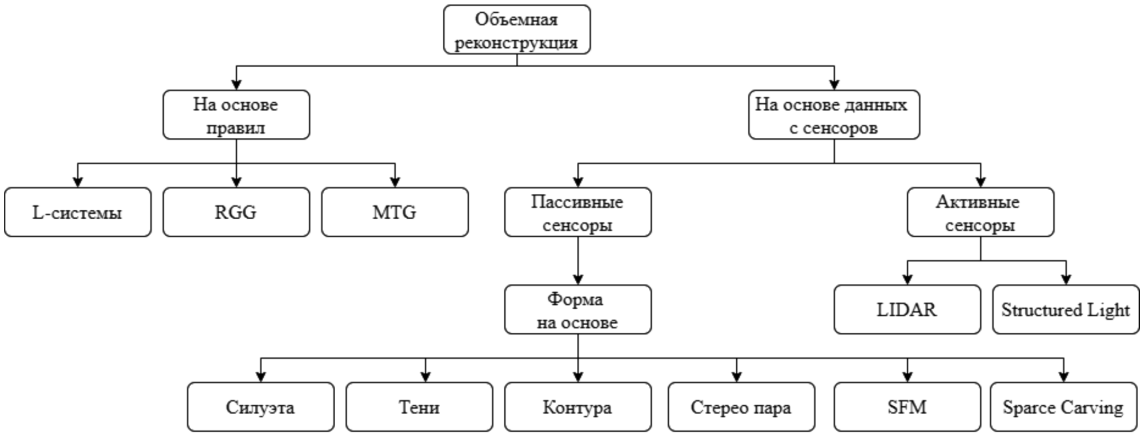


Рис. 2. Наиболее популярные методы автоматизированного моделирования объектов

В работе [25] исследователи по изображениям растений с видом сверху производят сегментацию растений. Авторы предлагают новую векторную модель контурирования, которая включает в себя априорную информацию о растении, для прогнозирования принадлежности пикселя к растению. Получение точного контура растения позволяет значительно уменьшить погрешности в последующих расчетах фенотипических параметров. Комплекс для фенотипирования «GlyPh» [26] представляет собой недорогую систему фенотипирования растений и оценки количества использованной воды для полива растений, растущих в отдельных горшках. Расчет параметров высоты, ширины и площади листьев производится на базе изображений сверху и сбоку.

К общим недостаткам описанных выше систем следует отнести ограниченный набор измеряемых параметров, так как двумерные изображения не содержат полной информации о трехмерном объекте, из-за чего ракурс камеры относительно одного и того же объекта имеет решающую роль в точности измерений.

Для преодоления данного недостатка используют дополнительную информацию о глубине объекта. Если системы получают и обрабатывают такую информацию, но при этом не строят полноценные 3D модели растений, то такие системы относят к классу моделирования 2,5D моделей. Системы фенотипирования, использующие данные о глубине сканируемого объекта, представлены в работах с применением лазерных дальномеров [27], Time-of-Flight камер [28, 29], камер проецируемого света, таких как Microsoft Kinect [30], стереоскопических камер [31, 32].

Особым классом систем фенотипирования растений являются системы, которые создают и используют трехмерную модель растения. Появление высокопроизводительных компьютеров дало старт развитию методов обработки полноценных 3D-моделей, состоящих из сотен и тысяч полигонов. Трехмерные модели растений могут быть созданы при помощью различных методов, например Shape from Silhouette [33], Shape from Stereo [34] или Shape from Motion [35]. Автоматизированная система фенотипирования «In Vitro» строит 3D модели растений, расположенных в пробирке за стеклом, при помощи метода Space Carving и способна получать до 10 параметров растений и его частей и оценивать рост и развитие исследуемых образцов [36].

Системы, использующие 3D модели для измерения параметров растений, позволяют наиболее точно измерять широкий перечень фенотипических показателей по сравнению с другими рассматриваемыми комплексами фенотипирования [37]. Недостатком таких систем является низкая скорость обработки данных ввиду значительной вычислительной сложности применяемых алгоритмов.

Заключение

В работе обоснована важность автоматизации процесса фенотипирования растений при помощи цифрового подхода. Рассмотренные методы и алгоритмы могут являться основой для моделирования растений и регистрации их морфологических, физиологических и анатомических параметров. Прикладная значимость заключается в возможности построения на основе приведенных работ автоматизированных систем фенотипирования. Уже существующие системы фенотипирования были изучены, отмечены их достоинства, недостатки, а также получаемые параметры в результате работы. На базе этих систем возможно построение новых, более совершенных комплексов, отвечающих заданным требованиям.

Список литературы

1. Zulkifli Z., Saad P., Mohtar I.A. Plant leaf identification using moment invariants & general regression neural network. 11th International conference on hybrid intelligent systems (Melacca, 5-8 December 2011). IEEE, 2011. P. 430–435.

2. Kadir A., Nugroho L.E., Susanto A., Santosa P.I. Experiments of Zernike moments for leaf identification. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT). 2012. Vol. 41. No. 1. P. 82–93.

3. Pornpanomchai C., Rimdusit S., Tanasap P., Chaiyod C. Thai herb leaf image recognition system (THLIRS). Agriculture and Natural Resources. 2011. vol. 45. No. 3. P. 551–562.

4. Babatunde O.H., Armstrong L., Leng J., Diepeveen D. A survey of computer-based vision systems for automatic identification of plant species. Journal of Agricultural Informatics. 2015. Vol. 6. No. 1. P. 61–71.

5. Rojas-Hernández R., López-Chau A., Trujillo-Mora V., Rojas-Hernández C.A. Plant identification using new geometric features with standard data mining methods. 13th International Conference on Networking, Sensing, and Control (Mexico City, 28–30 April 2016). IEEE, 2016. P. 1–4.

6. Gibbs J.A., Pound M., French A.P., Wells D.M., Murchie E., Pridmore T. Approaches to three-dimensional reconstruction of plant shoot topology and geometry. Functional Plant Biology. 2017. Vol. 44. No. 1. P. 62–75.

7. Lindenmayer A. Mathematical models for cellular interactions in development I. Filaments with one-sided inputs. Journal of Theoretical Biology. 1968. Vol. 18. No. 3. P. 280–299.

8. Godin C., Caraglio Y. A multiscale model of plant topological structures. Journal of Theoretical Biolology. 1998. Vol. 191. No. 1. P. 1–46.

9. Godin, C., Costes E., Caraglio Y. Exploring plant topological structure with the AMAPmod software: an outline. Silva Fennica. 1997. Vol. 31. No. 3. P. 357–368.

10. Pradal C., Dufour-Kowalski S., Boudon F., Fournier C., Godin C. OpenAlea: a visual programming and componentbased software platform for plant modeling. Functional plant biology. 2008. Vol. 35. No. 10. P. 751–760.

11. Wang R. 3D building modeling using images and LiDAR: A review. International Journal of Image and Data Fusion. 2013. Vol. 4. No. 4. P. 273–292.

12. Gomes L., Bellon O.R.P., Silva L. 3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage: A survey. Pattern Recognition Letters. 2014. Vol. 50. P. 3–14.

13. Wang G., Cheng J. Three-dimensional reconstruction of hybrid surfaces using perspective shape from shading. Optik. 2016. Vol. 127. No. 19. P. 7740–7751.

14. Tabb A. Shape from silhouette probability maps: reconstruction of thin objects in the presence of silhouette extraction and calibration error. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Portland, 25–27 June 2013). Washington: IEEE Computer Society, 2013. P. 161–168.

15. Haro G. Shape from silhouette consensus. Pattern Recognition. 2012. Vol. 45. No. 9. P. 3231–3244.

16. Klodt M., Cremers D. High-resolution plant shape measurements from multi-view stereo reconstruction. European Conference on Computer Vision (Zurich, 6–12 September 2014). Cham: Springer, 2014. P. 174–184.

17. Tevs A., Berner A., Wand M., Ihrke I., Bokeloh M., Kerber J., Seidel H.P. Animation cartography – intrinsic reconstruction of shape and motion. ACM Transactions on Graphics (TOG). 2012. Vol. 31. No. 2. P. 1–15.

18. McCool C., Sa I., Dayoub F., Lehnert C., Perez T., Upcroft B. Visual detection of occluded crop: For automated harvesting. International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (Stockholm, 16-24 May 2016). IEEE, 2016. P. 2506–2512.

19. Bac C.W. Improving obstacle awareness for robotic harvesting of sweet-pepper. Wageningen University, 2015. 186 p.

20. Sa I., Lehnert C., English A., McCool C., Dayoub F., Upcroft B., Perez T. Peduncle detection of sweet pepper for autonomous crop harvesting – combined color and 3-D information. IEEE Robotics and Automation Letters. 2017. Vol. 2. No. 2. P. 765–772.

21. Dauzat M., Bediee A., Balsera C., Rolland G., Vile D., Muller B., Granier C. PHENOPSIS: from a phenotyping platform to a whole pipeline of analyses. Recent progress in drought tolerance from genetics to modelling (Montpellier, 08-09 June 2015). AGRIS, 2015. P. 82.

22. Hartmann A., Czauderna T., Hoffmann R., Stein N., Schreiber F. HTPheno: an image analysis pipeline for high-throughput plant phenotyping. BMC bioinformatics. 2011. Vol. 12. No. 1. P. 1–9.

23. Walter A., Scharr H., Gilmer F., Zierer R., Nagel K.A., Ernst M., Schurr U. Dynamics of seedling growth acclimation towards altered light conditions can be quantified via GROWSCREEN: a setup and procedure designed for rapid optical phenotyping of different plant species. New Phytologist. 2007. Vol. 174. No. 2. P. 447–455.

24. Tisné S., Serrand Y., Bach L., Gilbault E., Ben Ameur R., Balasse H., Loudet O. Phenoscope: an automated large-scale phenotyping platform offering high spatial homogeneity. The Plant Journal. 2013. Vol. 74. No. 3. P. 534–544.

25. Minervini M., Abdelsamea M.M., Tsaftaris S.A. Image-based plant phenotyping with incremental learning and active contours. Ecological Informatics. 2014. Vol. 23. P. 35–48.

26. Pereyra-Irujo G.A., Gasco E.D., Peirone L.S., Aguirrezábal L.A. GlyPh: a low-cost platform for phenotyping plant growth and water use. Functional Plant Biology. 2012. Vol. 39. No. 11. P. 905–913.

27. Dornbusch T., Lorrain S., Kuznetsov D., Fortier A., Liechti R., Xenarios I., Fankhauser C. Measuring the diurnal pattern of leaf hyponasty and growth in Arabidopsis – a novel phenotyping approach using laser scanning. Functional Plant Biology. 2012. Vol. 39. No. 11. P. 860–869.

28. Van der Heijden G., Song Y., Horgan G., Polder G., Dieleman A., Bink M., Glasbey C. SPICY: towards automated phenotyping of large pepper plants in the greenhouse. Functional Plant Biology. 2012. Vol. 39. No. 11. P. 870–877.

29. Alenya G., Dellen B., Torras C. 3D modelling of leaves from color and ToF data for robotized plant measuring. International Conference on Robotics and Automation (Shanghai, 9–13 May 2011). IEEE, 2011. P. 3408–3414.

30. Chéné Y., Rousseau D., Lucidarme P., Bertheloot J., Caffier V., Morel P., Chapeau-Blondeau F. On the use of depth camera for 3D phenotyping of entire plants. Computers and Electronics in Agriculture. 2012. Vol. 82. P. 122–127.

31. Lou L., Liu Y., Han J., Doonan J.H. Accurate multi-view stereo 3D reconstruction for cost-effective plant phenotyping. International Conference Image Analysis and Recognition (Algarve, 22-24 October 2014). Cham: Springer, 2014. P. 349–356.

32. Nguyen T.T., Slaughter D.C., Maloof J.N., Sinha N. Plant phenotyping using multi-view stereo vision with structured lights. Autonomous Air and Ground Sensing Systems for Agricultural Optimization and Phenotyping. 2016. Vol. 9866. P. 986608.

33. Paproki A., Sirault X., Berry S., Furbank R., Fripp J. A novel mesh processing based technique for 3D plant analysis. BMC plant biology. 2012. Vol. 12. No. 1. P. 1–13.

34. Pound M.P., French A.P., Murchie E.H., Pridmore T.P. Automated recovery of three-dimensional models of plant shoots from multiple color images. Plant physiology. 2014. Vol. 166. No. 4. P. 1688–1698.

35. Quan L., Tan P., Zeng G., Yuan L., Wang J., Kang S.B. Image-based plant modeling. ACM SIGGRAPH 2006 Papers. 2006. Vol. 25. No. 3. P. 599–604.

36. Berezhnoy V.A., Ivashchuk O.A., Maslakov Y.N., Fedorov V.I., Yacenko V.M. Approaches for Automated Monitoring and Evaluation of In Vitro Plant's Morphometric Parameters. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 2020. Vol. 17. No. 9–10. P. 4725–4732.

37. Chaudhury A., Ward C., Talasaz A., Ivanov A.G., Brophy M., Grodzinski B., Barron J.L. Machine vision system for 3D plant phenotyping. IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics. 2018. Vol. 16. No. 6. P. 2009–2022.

СТАТЬИ

УДК 378.1

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА ПРИ ПАНДЕМИИ

[1]Авдеева А.П., [2]Журавлев А.К., [1]Нечушкин Ю.В., [1]Сафонова Ю.А., [1]Цыганенко О.С.

[1]ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: safonova@bmstu.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», Москва, e-mail: al.zhuravleff@mail.ru

В статье представлены результаты исследования психологического благополучия преподавателей в условиях социальной карантинной изоляции (пандемия COVID-19). Психологическое благополучие рассмотрено как феномен, обеспечивающий устойчивость и профессиональную эффективность личности. Уровень психологического благополучия позволяет противостоять стрессу, в том числе в условиях изоляции. Представлены компоненты психологического благополучия: 1) социально-перцептивный компонент – восприятие и оценка изменившихся условий образовательной деятельности, социальной среды; 2) аффективный компонент – эмоционально-оценочная сторона субъектно-средового взаимодействия и 3) мотивационный компонент – насыщенность, осмысленность жизни, степень удовлетворенности значимых потребностей личности. Раскрыто содержательное наполнение этих компонентов. Изучение этих компонентов осуществлялось с помощью тест-опросника субъективного благополучия и специально разработанной анкеты. В исследовании приняли участие 110 преподавателей технического вуза. Показано, что психологическое благополучие преподавателей в условиях пандемии зависит от профессиональной мотивации (интереса, вовлеченности в профессиональную деятельность); эмоционального состояния (отсутствия выгорания, тревожности, невротичности) и использования конструктивных поведенческих стратегий. Рассмотрены содержательные компоненты психологического благополучия в разных возрастных группах преподавателей. Выявлено, что наиболее гибкие поведенческие стратегии характерны для возрастных групп: 25–35 лет и 45–55 лет. Наибольшие показатели психической напряженности присущи женщинам-преподавателям в возрасте 35–45 лет.

Ключевые слова: психологическое благополучие, личностный рост, социальная изоляция, карантин, удовлетворенность жизнью, мотивация профессиональной деятельности, самоэффективность, творческая реализация

PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF UNIVERSITY TEACHERS IN PANDEMIC

[1]Avdeeva A.P., [2]Zhuravlev A.K., [1]Nechushkin Yu.V., [1]Safonova Yu.A., [1]Tsyganenko O.S.

[1]Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow, e-mail: safonova@bmstu.ru;

[2]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: al.zhuravleff@mail.ru

The article presents the results of the study of psychological well-being of teachers in conditions of social quarantine isolation (COVID-19 pandemic). Psychological well-being is considered as a phenomenon that provides stability and professional effectiveness of an individual. The level of psychological well-being will allow to resist stress, including in isolation. The components of psychological well-being are presented: 1) social and perceptual component – perception and assessment of the changed conditions of educational activity, social environment; 2) the affective component – the emotional and evaluative side of the subjective and environmental interaction and 3) the motivational component – the saturation, meaningfulness of life, the degree of satisfaction of the significant needs of the individual. The content of these components is disclosed. The study of these components was carried out using the test of subjective well-being and specially designed questionnaire. The study involved 110 teachers of technical university. It is shown that psychological well-being of teachers in pandemic depends on professional motivation (interest, involvement in professional activities); emotional state (lack of burnout, anxiety, neuroticism) and the use of constructive behavioral strategies. The content components of psychological well-being in different age groups of teachers are considered. It was revealed that the most flexible behavioral strategies are characteristic for the age groups: 25-35 years and 45-55 years. The highest indicators of psychological tension are in women-teachers aged 35-45.

Keywords: psychological well-being, personal growth, social isolation, quarantine, life satisfaction, motivation of professional activity, self-efficacy, creative realization

Поле концептуализации проблемы психологического благополучия личности представлено такими направлениями исследования в психологии личности, медицинской психологии, педагогической психологии, как: 1) описание объема и контента определяемого термина; 2) фокусировка на различиях между изучаемым понятием и близкими терминами; 3) разработка моделей, отражающих структурные компоненты.

Теоретический анализ основных подходов к изучению проблемы психологического благополучия личности представлен в ряде современных исследований [1–3]. Истоки исследования данного феномена заложены в работах Н. Брэдберна, который вводит в научный обиход термин психоло-

гическое благополучие как субъективное ощущение счастья и общей удовлетворенностью жизнью. Показателем психологического благополучия личности является баланс позитивных и негативных эмоций.

В гедонистической парадигме проблема представлена через понятие субъективного благополучия личности – удовлетворенность жизнью, отсутствие негативного аффекта и преобладание в жизни положительных эмоций [4]. Эмоциональный и когнитивный компоненты субъективного благополучия человека отражают соотнесение: 1) положительных и отрицательных эмоций в разных сферах; 2) качество жизнедеятельности и удовлетворенности ею.

Дальнейшее развитие теории психологического благополучия опирается на понятия личностного развития, самосовершенствования личности. К. Рифф разработала одну из первых эвдемонистических моделей психологического благополучия, выделив такие ее компоненты, как цели в жизни, положительные отношения с другими, личностный рост, управление окружением, самопринятие и автономия. В модели психологического благополучия Р. Райан и Э. Диси представлены такие компоненты, как автономия, компетентность и взаимосвязь с другими людьми.

В отечественной психологии проблема психологического благополучия широко представлена в работах Т.Д. Шевеленкова и П.П. Фесенко. Данные авторы, опираясь на концепцию К. Рифф, рассматривают психологическое благополучие личности как «интегральный показатель степени направленности на реализацию основных компонентов позитивного функционирования, а также степень реализованности этой направленности, субъективно выражающейся в ощущении счастья, удовлетворенности собой и собственной жизнью» [3, с. 103].

Психологическое благополучие субъектов образовательной деятельности представлено в ряде современных исследований. В работе И.В. Заусенко [5] психологическое благополучие педагога рассматривается как система отношений к себе и другим, к жизни и профессиональной деятельности. Именно социально-психологическая категория «отношения личности» отражает многообразие качественных характеристик активности личности педагога в профессиональной среде. Направленность личности преподавателя на позитивность и профессионально-личностное развитие определяет уровень психологического благополучия.

Результаты исследования гендерных аспектов психологического благополучия педагогов показали, что мужчины ниже, чем женщины, оценивают уровень своего психологического благополучия. При этом наиболее выраженные отличия были получены по отношениям с окружающими и личностному влиянию в среде. Позитивное психологическое благополучие педагога связано с переживанием чувства удовлетворённости жизнью, профессиональной деятельностью, направленностью на личностное саморазвитие [6].

Результаты эмпирического исследования возрастных закономерностей психологического благополучия у преподавателей университета представлены в работе Е.А. Воюшиной и М.И. Постниковой [7]. Сравнительный анализ разных возрастных групп преподавателей, имеющих разный опыт работы, показал зависимость уровня психологического благополучия преподавателей от возраста. Наиболее высокие значения психологического благополучия у преподавателей со стажем работы свыше 30 лет.

В медико-психологическом направлении исследования психологического благополучия [8] выявлены личностные факторы нарушения здоровья и профессиональной самореализации у преподавателей вуза. Наиболее выраженный риск нарушения психофизиологических состояний у гипертимического, демонстративного и эмотивного типов. Был определен гендерный аспект потенциала риска – неадекватные эмоциональные реакции у женщин; возникновение депрессивных состояний и усиление ситуативной тревожности у мужчин.

Особенности психоэмоционального состояния школьных преподавателей в период пандемии COVID-19 отражены в работе О.Б. Михайловой и Е.С. Фаренниковой [9]. Результаты эмпирического исследования показали, что условия самоизоляции повлияли отрицательно на самочувствие педагогов, что выразилось в снижении их энергетических возможностей, нарушениях эмоционально-волевой саморегуляции.

Таким образом, проведенный теоретический анализ показал, что феномен психологического благополучия преподавателей является важнейшим условием эффективности их профессиональной деятельности. При этом он характеризует условия и возможности эффективного функционирования человека, реализацию его творческого потенциала. В период карантинной изоляции на психологическое благополучие личности оказывает влияние неопределенность социальной ситуации, угроза жизни, здоровью, и, с другой стороны, именно уровень психологического благополучия как много-

мерный конструкт позволяет противостоять этим стрессорам.

Совокупность личностных ресурсов, обеспечивающих психологическое благополучие, влияет и определяет успешность образовательной деятельности, взаимодействия преподавателей вуза в социальной среде в период карантинной социальной изоляции. Проявлением психологического благополучия личности преподавателя вуза выступает удовлетворенность жизнью в целом, удовлетворенность повседневной профессиональной деятельностью и, конечно, удовлетворенность важнейшей составляющей образовательной деятельности – коммуникациями. Удовлетворенность или неудовлетворенность жизнью оказывает влияние на поведение, поступки человека, его жизненный настрой [10; 11]. Показателями психологического благополучия личности являются также степень эмоционального и физического комфорта: эмоциональной стабильности, позитивности, ощущения здоровья, хорошего физического самочувствия и жизненного тонуса.

В исследовании мы опираемся на теоретико-методологический подход К. Рифф, в соответствии с которым эквивалентом психологического благополучия личности является личностный рост, реализация профессионально-творческого потенциала, обусловленные эффективной психофизиологической саморегуляцией. Мы рассматриваем психологическое благополучие преподавателей в условиях социальной карантинной изоляции как «палитру» отношений личности в этой ситуации: к себе, другим, деятельности. Они отражают разные аспекты (стороны) взаимодействия преподавателей в новой социальной ситуации и структурно могут быть представлены следующим образом: 1) социально-перцептивный компонент – восприятие и оценка изменившихся условий образовательной деятельности, социальной среды; 2) аффективный компонент – эмоционально-оценочная сторона субъектно-средового взаимодействия и 3) мотивационный компонент – насыщенность, осмысленность жизни, степень удовлетворенности значимых потребностей личности.

Цели и задачи исследования: изучение компонентов психологического благополучия преподавателей технического вуза в условиях пандемии. В фокусе нашего исследовательского внимания были гендерные и возрастные особенности восприятия профессиональной деятельности, особенности социального взаимодействия, профессиональная мотивация у преподавателей вуза в ситуации социальной карантинной изоляции. Сбор эмпирического материала осуществлялся в конце июня 2020 г.

В исследовании приняли участие 110 преподавателей вуза. Из них 10 мужчин и 26 женщин в возрасте 25–35 лет; 8 мужчин и 8 женщин в возрасте 35–45 лет; 12 мужчин и 24 женщины в возрасте 45–55 лет; 8 мужчин и 14 женщин старше 55 лет.

Материалы и методы исследования

В эмпирическом исследовании психологического благополучия преподавателей вуза в условиях карантинной социальной изоляции были использованы две группы методов: психодиагностические методы – анкетирование, опрос; и метод статистической обработки данных. Диагностика аффективного и мотивационного компонентов психологического благополучия преподавателей осуществлялась с применением теста-опросника «Шкала субъективного благополучия» [12]. Она включает 17 утверждений, выявляющих эмоциональные состояния, самочувствие (физические симптомы) и удовлетворенность социальным положением, представленные шестью кластерами: 1) напряженность и чувствительность; 2) психоэмоциональная симптоматика; 3) изменения настроения; 4) значимость социального окружения; 5) самооценка здоровья и 6) степень удовлетворенности повседневной жизнью. Для изучения социально-перцептивного и мотивационного компонентов психологического благополучия преподавателей вуза была специально разработана анкета, включающая вопросы о социально-организационных проблемах дистанционного обучения, восприятии ситуации социальной изоляции и поведенческих стратегиях.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью изучения *социально-перцептивного компонента* психологического благополучия преподавателей вуза в условиях карантинной изоляции были проанализированы ответы респондентов о проблемах дистанционного обучения. Компонент включает в себя кластеры: восприятие эффективности дистанционного обучения (ДО); плюсов и минусов ситуации; выбор средства коммуникации; конструктивность восприятия новой социальной реальности (табл. 1).

При ответе на вопрос об эффективности дистанционного обучения более 90% респондентов всех возрастных групп отметили, что недистанционное обучение более эффективно, но в сложившейся социальной ситуации это лучше, чем отменить учебный процесс вообще.

Таблица 1

Социально-перцептивный компонент психологического благополучия преподавателей

Социально-перцептивный компонент	Варианты ответов	Процент ответов
Оценка эффективности ДО	Эффективно	10%
	Неэффективно	90%
Наиболее эффективное средство коммуникации в условиях ДО	E-mail	60%
	Вебинар	20%
	Видеосервисы (Skype, open meetings и пр.)	18%
	Другое	12%
Плюсы	Освоил новые технологии	39%
	Развитие у студентов навыков НИР	38%
	Экономия времени «на дорогу»	36%
	Появилось время на саморазвитие	35%
	Не вижу преимуществ	35%
Минусы	Сложности обратной связи	36%
	Непривычный формат коммуникации	25%
	Технические сложности	18%
	Сложности с организацией рабочего места дома	16%
Конструктивность восприятия ситуации	Старались увидеть в ситуации возможности, которых нет в другое время	60%
	Сосредоточились на негативной оценке ситуации	40%

В качестве позитивных аспектов дистанционного обучения 38% преподавателей отмечают формирование и развитие у студентов навыков научно-исследовательской работы: самостоятельности в поиске и использовании необходимой информации, работы с текстами, подготовки аналитических материалов.

На появление дополнительного времени, которое они не тратили на дорогу, как важный положительный момент в сложившейся ситуации указали 36% респондентов.

Для 60% преподавателей оптимальным способом учебного взаимодействия была выбрана электронная почта.

35% респондентов отметили, что не видят преимуществ в дистанционном режиме профессионального обучения в вузе.

В качестве основных недостатков дистанционного формата образовательного процесса в вузе были выделены: отсутствие привычной вербальной коммуникации, неотсроченной (быстрой) обратной связи, эффективной опосредованной коммуникации (с помощью технических средств).

Конструктивное восприятие новой социальной реальности характерно для 60% преподавателей. Конструктивное восприятие характеризуется стремлением увидеть в карантине возможности, которых нет в другое время. При этом само дистанционное образование может оцениваться как малоэффективное; преподаватель видит как плюсы, так и минусы этой формы работы, но его собственную позицию можно охарактеризовать как «что можно сделать в этой ситуации?».

Оценка аффективного компонента психологического благополучия основывалась на показателях самооценки преподавателями: здоровья, работоспособности, настроения. Результаты представлены в табл. 2.

Наличие физического комфорта характерно для почти половины опрошенных преподавателей: они чувствуют себя в хорошей физической форме (45%); бодрыми и здоровыми (50%); отмечают отсутствие проблем со сном (45%).

Важно, что 80% респондентов указывают на наличие хорошей рабочей формы. Они дали отрицательный ответ на утверждение: «утром мне трудно вставать и работать». О высоком уровне работоспособности свидетельствует также наличие сосредоточенности и внимательности в работе. Отрицательный ответ на вопрос о рассеянности, невозможности сосредоточиться дали 70% преподавателей. Отсутствие негативных переживаний, связанных с работой, характерно для 80% преподавателей вуза.

Более чем у 60% респондентов преобладали позитивные эмоциональные состояния – они пребывали в хорошем настроении. Для большинства преподавателей (70%) характерна эмоциональная уравновешенность – отсутствие тревожности и беспокойства. На уровне тенденции (35%) можно

отметить, что негативные, тяжелые эмоциональные переживания были связаны с чувством тревоги, заботой и переживаниями за свое благополучие и здоровье ближайшего социального окружения.

Позитивный настрой в жизни как важнейший ресурс преодоления трудностей характерен для 60% преподавателей, что проявляется в их социальной установке: «смотрю в будущее с оптимизмом».

Оценка мотивационного компонента основывалась на следующих кластерах: интерес к работе; удовлетворенность работой; удовлетворенность межличностными коммуникациями; социальные установки: социальная открытость, позитивность, самоэффективность. Результаты представлены в табл. 3.

Интерес к повседневной работе является важнейшим мотивом профессиональной деятельности преподавателей вуза. Важно подчеркнуть, что 50% опрошенных преподавателей отметили, что они редко скучают в процессе своей повседневной деятельности и 40% отметили высокую степень удовлетворенности от работы.

Немаловажным является то, что более чем у 80% преподавателей профессиональная деятельность не сопровождается состоянием психической напряженности. Они дали отрицательный ответ на вопрос о том, давит ли работа на них.

Анализ результатов опроса преподавателей вуза показал преобладание позитивных межличностных контактов в социально-профессиональной среде. На удовлетворенность межличностными коммуникациями с коллегами указали 50% респондентов. Они дали утвердительный ответ на вопрос о том, что если у них возникают проблемы, то они без проблем могут обратиться за помощью, поддержкой, консультацией и т.д. Это подтверждают ответы респондентов на контрольный вопрос: «я охотно меньше просил бы других о чем-либо» – 45% дали отрицательный ответ.

Таблица 2

Аффективный компонент психологического благополучия преподавателей

Аффективный компонент	Варианты ответов	Процент ответов
Самооценка здоровья	Чувствую себя бодрым и здоровым	50%
	В последнее время я сплю хорошо	45%
	Я в хорошей физической форме	45%
Самооценка работоспособности	Утром мне не трудно вставать и работать	80%
	У меня нет негативных переживаний, связанных с работой	80%
	У меня нет проблем с концентрацией внимания	70%
Самооценка настроения	Отсутствие тревоги и беспокойства	70%
	Последнее время я в хорошем настроении	66%
	Смотрю в будущее с оптимизмом	60%
	Испытываю тревогу за ситуацию в целом, переживаю за здоровье и благополучие близких	35%

Таблица 3

Мотивационный компонент психологического благополучия преподавателей

Мотивационный компонент	Варианты ответов	Процент ответов
Интерес к работе	Редко скучаю в повседневной деятельности	50%
	Мне нравится моя повседневная деятельность	40%
Удовлетворенность работой	Моя работа не давит на меня	80%
	Высокая степень удовлетворенности от выполнения работы	40%
Удовлетворенность межличностными коммуникациями	Я могу обратиться за помощью, поддержкой, консультацией	50%
	Испытываю удовольствие, находясь с семьей, друзьями	55%
	Я охотно меньше просил бы других о чем-либо	45%
Социальные установки	Я не чувствую себя одиноким	70%
	У меня нет потребности в уединении	80%
	У меня появилось время на саморазвитие и освоение новых технологий	35%

О позитивных отношениях преподавателей вуза с окружающими свидетельствуют следующие данные. Показательным является ответ 70% респондентов о том, что они не чувствуют себя одинокими. Это говорит об их социальной открытости, готовности к установлению и поддержанию взаимодействия с окружающими людьми. Так, 80% опрошенных преподавателей высказали суждение, что они не испытывают потребности в уединении. Потребность в неформальных межличностных контактах, дружеских отношениях является удовлетворенной у 50% преподавателей. При опросе они отметили, что получают удовольствие от общения с членами семьи и друзьями.

В ситуации карантинной социальной изоляции треть преподавателей (35%) проявили эффективные стратегии приспособления, способность психологически изменяться, контролировать свою жизнь. Они отметили, что в этот период у них появилось больше возможностей для саморазвития и освоения новых технологий.

Далее мы представили результаты исследования и их обсуждение *в различных возрастных группах преподавателей*. Конструктивно восприняли ситуацию социальной изоляции большинство преподавателей двух возрастных групп: 25–35 и 45–55 лет. Так, постарались увидеть новые возможности в этой ситуации 70% группы преподавателей 25–35 лет и 65% респондентов группы 45–55 летних.

Анализ ответов респондентов на вопрос об их восприятии новой реальности в начале карантина и после карантина показал наличие положительной динамики в группе молодых преподавателей. В начале карантина старались увидеть в карантине возможности, которых нет в другое время, 70% преподавателей в возрасте 25–35 лет. На момент окончания карантина постарались увидеть в карантине возможности, которых нет в другое время, уже 80% молодых преподавателей. В возрастной группе 45–55 лет эта тенденция не выявлена.

Наличие больших возможностей для углубленного изучения некоторых предметов у студентов как положительный момент социальной изоляции отметили 60% преподавателей 25–35 летнего возраста. Конструктивно использовали возможности социальной изоляции 75% молодых людей в возрасте 25–35 лет:

– освоили новые навыки (25%);

– отрефлексировали свои жизненные и карьерные планы (25%);

– приобрели навыки здорового образа жизни: правильного питания и распорядка дня, занялись фитнесом (25%).

Проявили направленность на развитие 80% преподавателей в возрасте 35–45 лет и 40% – в возрасте свыше 55 лет. Они отметили, что во время карантина сумели освоить новые технологии: сайты, платформы для обучения, онлайн-службы и т.д. Важно подчеркнуть, что прошли онлайн образовательные курсы преподаватели двух возрастных групп: 25–35 и 45–55 лет.

Большинство респондентов возрастной группы 45–55 лет (60%) выделило экономию временных ресурсов (не тратили время на дорогу) в качестве положительных аспектов преподавания в дистанционном формате.

Для изучения аффективного компонента психологического благополучия в разных возрастных группах мы проанализировали ответы респондентов на вопрос о настроении, которое они испытывали в начале и в конце карантина. Почти 40% преподавателей возрастной группы 25–35 лет и 50% в возрасте 45–55 лет испытали удивление в начале карантина и интерес к неожиданной новой социальной ситуации.

Следует отметить, что 70% молодых преподавателей (25–35 лет) и 75% преподавателей возрастной группы 35–45 лет воспринимали карантин негативно, считая дни до окончания. В группе 25–35 лет эти негативные моменты во многом были обусловлены коммуникационными барьерами в условиях социальной изоляции (невозможностью полноценного межличностного общения). Немаловажными являются результаты исследования, показывающие, что для 45% преподавателей в возрасте 25–35 лет было характерно беспричинное чувство беспокойства и наличие тревожного состояния. У 35% 25–35-летних чувство тревоги было связано с неопределенностью ситуации, беспокойством и переживаниями за жизнь и здоровье ближайшего социального окружения.

Анализ показателей напряженности и чувствительности в разных возрастных группах выявил, что эмоциональное состояние, связанное с изменением настроения, преобладает в группе преподавателей 45–55 лет. Им присущи наиболее высокие показатели психической напряженности и чувствительности, они подвержены стрессовым состояниям. Респонденты этой возрастной группы наиболее подвержены изменениям настроения (46%). Это отражается на их самооценке здоровья: 45% отмечают, что в последнее время не чувствуют себя в хорошей, прекрасной форме; 40% в процессе карантина испытывали эмоциональный дискомфорт, обусловленный страхами за здоровье близких, ситуационной тревожностью, связанной с карантином.

Такие результаты во многом обусловлены гендерной специфичностью этой возрастной группы, поскольку в ней преобладают респонденты-женщины (24 человека женского пола и 12 человек мужского пола). Для них важно общение с ближайшим социальным окружением – с членами семьи и друзьями. Для преодоления стрессовых ситуаций они особенно нуждаются в социальной поддержке, близком и доверительном общении. Все 100 % респондентов этой группы не испытывают потребности в уединении.

Далее рассмотрим результаты изучения наиболее важных показателей удовлетворенности деятельностью, общением, межличностными связями и социальным положением в разных возрастных группах преподавателей.

Анализируя ответы на вопрос о степени удовлетворенности повседневной деятельностью, мы установили, что низкий уровень проявляется в группе молодых преподавателей 25–35-летнего возраста из-за недостаточно сформированного навыка саморегуляции деятельности. Показательно, что 25 % (максимально высокий процент в выборке) 25–35-летних преподавателей отметили, что у них возникли сложности организации рабочего места дома. Немаловажным является ответ 40 % респондентов этой возрастной группы, что дистанционное обучение помогло им лучше структурировать время в условиях карантина.

Испытывают чувство неудовлетворенности от выполнения повседневной деятельности большинство преподавателей возрастной группы 35–45 лет (80 %). Только 40 % преподавателей этой возрастной группы ответили, что они редко скучают в процессе своей повседневной деятельности.

У 80 % преподавателей возрастной группы 45–55 лет удовлетворена потребность в социальном взаимодействии – это наиболее высокие показатели в выборке. Следует отметить, что в этой возрастной группе (45–55 лет) наиболее высокая степень удовлетворенности у 55 % респондентов.

Заключение

Психологическое благополучие преподавателей в условиях пандемии зависит от профессиональной мотивации (интереса, вовлеченности в профессиональную деятельность); эмоционального состояния (отсутствия выгорания, тревожности, невротичности) и использования конструктивных поведенческих стратегий. При этом важно отметить, что вариативность содержательного наполнения поведенческих стратегий обусловлена возрастными особенностями преподавателей вуза. Наиболее гибкие поведенческие стратегии характерны для двух возрастных групп преподавателей вуза – это 25–35 лет и 45–55 лет. Гендерные особенности личности преподавателей также оказали влияние на психологическое благополучие. Наиболее высокие показатели психической напряженности и чувствительности присущи женщинам-преподавателям. Данные можно использовать при организации психологического обеспечения дистанционного обучения в вузе.

Список литературы

1. Бекузарова А.Т. Психологическое благополучие как предмет зарубежных и отечественных исследований // Актуальные проблемы психологического знания. 2014. № 2. С. 16–25.

2. Водяха С.А. Современные концепции психологического благополучия личности // Дискуссия. 2012. № 2 (20). С. 132–138.

3. Шевеленкова Т.Д., Фесенко П.П. Психологическое благополучие личности (обзор основных концепций и методологическое исследование) // Психологическая диагностика. 2005. № 3. С. 95–129.

4. Голубева Н.М. К проблеме дифференциации понятий психологического и субъективного благополучия личности // Известия Саратовского университета им. Н.Г. Чернышевского. Новая серия. Акмеология образования. Психология развития. 2010. Т. 3. № 3. С. 36–42.

5. Заусенко И.В. Психологическое благополучие педагога // Педагогическое образование в России. 2012. № 2. С. 28–31.

6. Заусенко И.В., Минюрова С.А. Личностные детерминанты психологического благополучия педагога // Педагогическое образование в России. 2013. № 1. С. 94–101.

7. Воюшина Е.А., Постникова М.И. Психологическое благополучие педагогов с разным стажем педагогической деятельности (поколенческий аспект) // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании: материалы II Международной научно-практической конференции. 2019. Вып. 2. С. 842–850. DOI 10.33910/herzenpsyconf-2019-2-105.

8. Петанова Е.И. Факторы риска нарушений здоровья преподавателей вузов // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2011. Т. 6. Вып. 1. С. 371–372.

9. Михайлова О.Б., Фаренникова Е.С. Особенности психологического самочувствия представителей различных профессиональных групп в период пандемии COVID-19 // Мир науки. Педагогика и психология. 2020 № 4. Т. 8. [Электронный ресурс]. URL: https://mir-nauki.com/PDF/67PSMN420 (дата обращения: 30.03.2021).

10. Воронина А.В. Уровневая модель психологического благополучия человека // Потенциал личности: комплексная проблема: сб. материалов второй Всероссийской конференции / Отв. ред. Е.А. Уваров. Тамбов, 2003. С. 29–32.

11. Зотова О.Ю. Психологическое благополучие личности: монография. Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2017. 312 с.

12. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М.: Изд-во Института психотерапии, 2002. С. 467–470.

УДК 378.1

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Агеев В.А., Наумкин Н.И., Кильмяшкин Е.А.
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru

Рассматриваются практические вопросы, связанные с введением проектно-ориентированных образовательных программ. На примере образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Программа направлена на формирование у обучающихся компетенций в сфере работы с реальными проектами, командной работы и получения навыков сопровождения проекта на всех этапах его выполнения. Однако при практической реализации модели возникает ряд затруднений. Представленная Минобрнауки модель проектно-ориентированных программ, предполагающая командное выполнение проектов, неизбежна и необходима на современном этапе. Различие в структуре и результатах учебных и реальных проектов минимально, поэтому структуру любого учебного проекта можно привести в соответствие с реальным проектом. Наиболее прост переход на модель проектно-ориентированных программ, реализуемых у направлений инженерного профиля, где обучающиеся выполняют проекты по темам, близким к реальным проектам, с привязкой реального проекта к конкретным дисциплинам, по которым выполняются курсовые проекты, на уровне разделов реального проекта. Для реализации проектного обучения основные изменения затронут не столько учебные планы, сколько рабочие программы дисциплин в части структуры, методических указаний и организации выполнения курсовых проектов, в которые планируется введение на всех этапах выполнения процессов управления проектом. В статье показан подход к формированию учебного плана при реализации проектного обучения. Рассматриваются основные отличия при выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ при проектном обучении и традиционном обучении на инженерных направлениях.

Ключевые слова: высшее профессиональное образование, проектное обучение, проектный менеджмент, работа в команде, инновационные технологии в образовании, информационно-коммуникационные технологии

POSSIBLE APPROACH TO IMPLEMENTING PROJECT-BASED LEARNING

Ageev V.A., Naumkin N.I., Kilmiashkin E.A.
Mordovia State University named after N.P. Ogarev, Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru

Practical issues related to the introduction of project-oriented educational programs are considered. On the example of the bachelor's degree program in the direction of 13.03.02 «Electric power and electrical engineering». The program is aimed at developing students ' competencies in the field of working with real projects, teamwork and obtaining skills to support the project at all stages of its implementation. However, a number of difficulties arise in the practical implementation of the model. The model of project-oriented programs presented by the Ministry of Education and Science, which assumes team implementation of projects, is inevitable and necessary at the present stage. The difference in the structure and results of training and real projects is minimal, so the structure of any training project can be brought into line with the real project. The easiest way is to switch to the model of project-oriented programs implemented in the areas of engineering profile, where students perform projects on topics close to real projects, with the binding of the real project to specific disciplines in which course projects are carried out, at the level of sections of the real project. For the implementation of project training, the main changes will affect not so much the curricula as the work programs of the disciplines in terms of the structure, methodological guidelines and organization of the course projects that are planned to be introduced at all stages of the project management processes. The article shows the approach to the formation of the curriculum in the implementation of project training. The main differences in the implementation of course projects and final qualification works in project training and traditional training in engineering areas are considered.

Keywords: higher professional education, project training, project management, teamwork, innovative technologies in education, information and communication technologies

Развитие высшего образования в Российской Федерации находится на этапе изменений, когда сочетаются новые и традиционные формы образования. Представленная Минобрнауки модель проектно-ориентированных программ, предполагающая «командное» выполнение проектов, налагает требования, чтобы к 2025 году все образовательные программы инженерного, социально-экономического и некоторые программы других направлений содержали практико-ориентированные компоненты, предполагающие «командное» выполнение проектов полного жизненного цикла [1]. Модель направлена на формирование у обучающихся компетенций в сфере работы с реальными проектами, командной работы и получения навыков сопровождения проекта на всех этапах его выполнения. Однако при практической реализации модели возникает ряд затруднений. Рассмотрим их более подробно.

Во-первых, согласно стандарту проект – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений [2]. Каждый проект состоит из индивидуального набора действий, которые представляют собой координируемые и контролируемые работы, выполняемые в определенные сроки для достижения целей проекта [3]. Каждый процесс характеризуется получаемыми результатами, которые должны соответствовать предъявляемым требованиям и наложенным ограничениям. Однотипные проекты все же по-своему уникальны, что проявляется в получаемых результатах, составе заинтересованных лиц, используемых ресурсах, наложенных ограничениях, особенностях использования процессов проектного менеджмента [4]. Таким образом, по структуре и получаемым результатам между реальными и учебными проектами практически нет разницы, и структуру любого учебного проекта можно привести в соответствие с реальным проектом.

Во-вторых, при соотнесении учебного проекта с реальным затруднение возникает на этапе согласования контингента обучающихся с количеством реальных проектов. Как правило, обучающийся естественно-научного или социально-экономического профиля выполняет один курсовой проект в течение учебного года. В то же время обучающийся инженерного профиля выполняет три-четыре курсовых проекта в течение того же периода. Если учесть количество обучающихся на курсе или потоке, то становится понятно, что обеспечить такое количество реальных проектов физически невозможно. Возникает резонное замечание о необходимости готовить обучающихся к командной работе и возможности закрепления нескольких обучающихся за одним реальным проектом. Но закрепление большой группы исполнителей за одним проектом неизбежно приведет к выделению в группе двух-трех активных исполнителей, которые будут выполнять основной объем работы, и ряда обучающихся, которые попросту воспользуются результатами работы [5]. Необходимо помнить, что согласно требованиям образовательных стандартов каждый обучающийся должен освоить образовательную программу в полном объеме, а в данном случае складывается реальная ситуация с нарушением данного требования.

В-третьих, в некоторых работах упоминается возможность выполнения обучающимися реальных проектов, внедряемых далее в производство. Практика показывает, что привлечение обучающихся к выполнению подобных проектов целесообразно лишь частичное: для выполнения каких-либо отдельных элементов. Это связано с тем, что за внедренные в производство результаты любого проекта исполнитель несет ответственность. Обучающийся, для несения ответственности за возможно совершенные ошибки, должен быть привлечен к работам по выполнению проекта на основе договора. Иначе это приведет к излишней загруженности исполнителей проекта и необходимости контроля выполнения работ обучающимися. В то же время главной целью основного количества обучающихся все же является наискорейшее выполнение работы и получение заветного зачета или экзамена, поэтому они, несмотря на возможные отклонения в расчетах, могут привести неверный результат к желаемому. Впоследствии ответственность за допущенные нарушения ляжет на плечи руководителя и команды проекта [2]. В свете сказанного оптимальным будет выполнение обучающимися проектов по темам, близким к реальным проектам. Привязка реального проекта к конкретным дисциплинам, по которым выполняются курсовые проекты, предполагается на уровне разделов реального проекта. Не нарушая требований «Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», предписывающих утверждение тем выпускных квалификационных работ обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации, наиболее благоприятным для реализации проектно-ориентированной модели будет предварительное закрепление тем выпускных квалификационных работ (ВКР) при выборе профиля на 3 курсе. Это позволит осуществить последующее закрепление тем курсовых проектов по каждой дисциплине в соответствии с выбранной темой ВКР. Реализация командной работы в данном случае возможна при выполнении отдельных разделов либо при обсуждении процесса выполнения проекта группами обучающихся со схожими темами ВКР.

Целью исследования является адаптация модели проектно-ориентированных программ к реальным условиям обучения бакалавров направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

Материалы и методы исследования

С точки зрения внесения изменений в учебные планы наиболее благоприятно складывается ситуация у направлений инженерного профиля. На указанных направлениях проектное обучение, пусть и не совсем в той форме, которая предполагается Минобрнауки, реализуется. Реструктуризации учебного плана сводится лишь к объединению дисциплины, в рамках освоения которых предусматривалось выполнение курсового проекта, в проектный модуль. Для изучения основ проектной деятельности, ознакомления с основными стандартами и подходами при выполнении проектов предусматривается введение дисциплины «Основы проектной деятельности». Контактная работа данной дисциплины предусматривает лекционные и практические занятия, промежуточная аттестация – зачет.

Основные изменения затронут рабочие программы дисциплин в части структуры, методических указаний и организации выполнения курсовых проектов. Предполагается введение на всех этапах выполнения проекта процессов управления проектом. Согласно [2] управление проектом включает совокупность процессов инициации, планирования, организации исполнения, контроля и завершения проекта. Последовательность процессов управления проектом определяется условиями конкретного проекта, но в большинстве случаев следующая: 1) инициация проекта, цель которого – формальное открытие проекта; 2) процесс планирования проекта; 3) организация исполнения проекта – для организации выполнения проекта согласно разработанным планам; 4) контроль исполнения проекта – для проверки соответствия процессов и продукта проекта установленным требованиям; 5) завершение проекта – формальное закрытие проекта [6].

Перечисленные процессы всегда реализовывались при выполнении проекта, теперь возникла необходимость их явного выделения и разъяснения обучающимся. Контроль выполнения всех процессов осуществляется преподавателем, а перечень работ в каждом процессе предварительно формируется командой обучающихся и затем согласовывается с руководителем.

Как видно, среди процессов управления проектом отдельно выделены процессы планирования проекта. Это отдельная группа, в состав которой входят: процесс планирования содержания проекта для определения требований проекта и состава работ проекта; процесс разработки расписания для определения дат начала и окончания работ проекта, ключевых событий, этапов и проекта в целом; процесс планирования бюджета проекта для определения порядка и объема обеспечения проекта финансовыми ресурсами; процесс планирования персонала проекта для определения порядка обеспечения проекта человеческими ресурсами; процесс планирования закупок в проекте для определения порядка и объема обеспечения проекта продукцией и услугами, приобретаемыми у сторонних организаций; процесс планирования реагирования на риски для определения основных рисков проекта и порядка работы с ними; процесс планирования обмена информацией в проекте для определения порядка обмена информацией между лицами, участвующими в реализации проекта и заинтересованными в результатах проекта; процесс планирования управления изменениями в проекте для определения порядка работы с изменениями в проекте [6].

В курсовом проекте, выполняемом обучающимися, возможна реализация не всех процессов планирования проекта. Но желательным является наличие большинства из них. Так, процесс планирования содержания проекта обязательно реализуется и выполняется под контролем руководителя проекта. Как при традиционном подходе к выполнению курсового проекта, руководитель определяет основные разделы, а подразделы и их содержание предлагается определять обучающимся.

На выполнение проекта обучающимся отводится определенный интервал времени от момента получения задания на проектирование до момента проведения промежуточной аттестации. После завершения планирования содержания проекта обучающимся предлагается определить временные интервалы, необходимые для выполнения разделов и подразделов проекта. Корректность выполнения легко можно проверить, сопоставив предложенный обучающимися график выполнения с графиком в рейтинг-плане дисциплины, приведенным в рабочей программе. При этом возможна коррекция графиков как обучающимися, так и преподавателем в виде обновления рабочей программы.

Процесс планирования бюджета проекта может не производиться. Сказанное относится и к процессам планирования персонала проекта, и к процессу планирования закупок. На этапе реализации данных процессов обучающиеся могут выполнить лишь приблизительное предположение о необходимом бюджете и требуемых человеческих ресурсах, поскольку состав их команды определяется преподавателем – руководителем проекта, а работа выполняется бесплатно.

Состав «Проектного модуля»

Индекс	Наименование	Форма контроля, семестр				Объем	
		Экзамен	Зачет	КП	КР	з. е.	часов
Б1.В.10	Проектный модуль «Электроснабжение»	66677888	5	5666778	88	53	1908
Б1.В.10.01	Проектирование электрических машин		5	5		3	108
Б1.В.10.02	Электрические станции и подстанции (спецчасть)	6		6		5	180
Б1.В.10.03	Электроэнергетические системы и сети (спецчасть)	6		6		5	180
Б1.В.10.04	Электроснабжение	6		6		6	216
Б1.В.10.05	Электрический привод	7		7		8	288
Б1.В.10.06	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	7		7		8	288
Б1.В.10.07	Релейная защита и автоматизация систем (спецчасть)	8			8	5	180
Б1.В.10.08	Системы электроснабжения	8		8		8	288
Б1.В.10.09	Моделирование систем электроснабжения	8			8	5	180

Процесс планирования реагирования на риски является очень важным в условиях современного рынка. Как правило, риски, связанные с выполнением самого проекта и его последующей реализации в производстве, не планируются. Введение подобных разделов в состав учебных проектов потребует серьезной работы от преподавателей при составлении методических указаний, но максимально приблизит проект к реальным условиям.

Процесс планирования обмена информацией в проекте достаточно легко реализуется в современных условиях. Команда обучающихся, работающих над проектом, во-первых, может обмениваться информацией по проекту контактно при его выполнении в образовательной организации. Во-вторых, посредством электронной почты и современных средств коммуникации, начиная от социальных сетей, заканчивая мессенджерами (Scype, WhatsApp, Viber и т.п.) в мобильных устройствах. Командное обсуждение работы над проектом возможно посредством специализированных платформ для проведения конференций (Zoom) [7].

Внесение изменений в учебных проектах, как и в реальных, выполняется после предварительных согласований с руководителем (заказчиком). В учебных проектах при планировании управления изменениями необходимо предусматривать возможность внесения изменений после выполнения каждого раздела проекта.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим применение изложенных выше положений на примере учебного плана образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение». Все дисциплины, по которым предусматривается выполнение курсовых проектов, объединяются в «Проектный модуль «Электроснабжение», после чего его состав приобретает вид, показанный в таблице.

Пусть тема ВКР обучающегося формулируется как «Разработка системы электроснабжения 2-го микрорайона жилого района «Юбилейный» г. Саранск». Выполнение работы предполагается на примере реального проекта в рамках освоения комплексной территории. В случае предлагаемого предварительного закрепления темы ВКР на 3 курсе первой дисциплиной, предусматривающей выполнение курсового проекта, является «Проектирование электрических машин». Поскольку в состав микрорайона входят высотные здания, в которых имеются электроприводы различных санитарно-технических устройств, то тема курсового проекта по дисциплине может быть сформулирована как «Проектирование электродвигателя для привода санитарно-технических устройств зданий».

При выполнении проекта по электроснабжению микрорайона предварительно выбирается электрическая подстанция, которая будет являться центром питания, а также трассировка и тип (воздушная или кабельная) линии электропередачи, соединяющей центр питания с микрорайоном. Поэтому темы курсовых проектов по дисциплинам «Электрические станции и подстанции (специальная часть)» и «Электроэнергетические системы и сети (специальная

часть)» будут сформулированы как «Проектирование электрической подстанции» и «Проектирование электрической сети» соответственно. В ходе их выполнения обучающийся корректирует схему электрической подстанции, являющейся центром питания, выполняет расчет и выбор оборудования с учетом подключения микрорайона, а также проектирует линию электропередачи от центра питания до главного распределительного пункта микрорайона. Наличие производственного цеха в рассматриваемом микрорайоне или подключенного к центру питания позволяет выполнить модернизацию его электроснабжения. Соответственно тема курсового проекта, предусмотренного в рамках освоения дисциплины «Электроснабжение», будет сформулирована как «Проектирование электроснабжения производственного цеха». Выполнение проекта по дисциплине «Электрический привод» может предусматривать проектирование электрического привода для санитарно-технических устройств с применением электродвигателя, спроектированного в ходе освоения дисциплины «Проектирование электрических машин». Проект по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» позволяет освоить обучающимся современные инновационные подходы к электроснабжению, и его тема может звучать как «Проектирование системы резервного электроснабжения на основе ветро-дизельной электростанции». Работа по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (специальная часть)» опирается на результаты ранее выполненных проектов и направлена на расчет релейной защиты спроектированных объектов, ее тема может быть сформулирована как «Расчет релейной защиты системы электроснабжения». Проект по дисциплине «Системы электроснабжения» является основным в составе ВКР, его тема будет формулироваться: «Проектирование системы электроснабжения микрорайона». Итогом сквозного проектирования является выполнение курсовой работы в рамках освоения дисциплины «Моделирование систем электроснабжения». В ходе выполнение проекта на тему «Моделирование системы электроснабжения» составляется математическая модель спроектированной системы, и в ходе оптимизационных расчетов проверяется правильность распределения потребителей по источникам питания. Таким образом, обучающийся на протяжении всего периода освоения профильной части образовательной программы работает над своей выпускной квалификационной работой, осмысливает структуру работы и детально прорабатывает все разделы.

Выводы

На основании сказанного выше можно сделать следующие выводы: 1) представленная Минобрнауки модель проектно-ориентированных программ, предполагающая командное выполнение проектов, неизбежна и необходима на современном этапе; 2) различие в структуре и результатах учебных и реальных проектов минимально, поэтому структуру любого учебного проекта можно привести в соответствие с реальным проектом; 3) закрепление большой команды обучающихся за отдельным проектом несет риск нарушения требования образовательных стандартов, согласно которому каждый обучающийся должен освоить образовательную программу в полном объеме; 4) выполнение обучающимися реальных проектов, внедряемых далее в производство, нецелесообразно вследствие возникновения затруднений при возложении ответственности в случае обнаружения ошибок после завершения проектирования; 5) наиболее просто переход на модель проектно-ориентированных программ реализуется у направлений инженерного профиля; 6) оптимально выполнение обучающимися проектов по темам, близким к реальным проектам, с привязкой реального проекта к конкретным дисциплинам, по которым выполняются курсовые проекты, на уровне разделов реального проекта; 7) основные изменения затронут не столько учебные планы, сколько рабочие программы дисциплин в части структуры, методических указаний и организации выполнения курсовых проектов, в которые планируется введение на всех этапах выполнения процессов управления проектом; 8) наибольшая доля участия обучающихся предполагается в процессах планирования проекта; 9) предложенная модель проектно-ориентированных программ потребует серьезной работы от преподавателей при составлении методических указаний, но максимально приблизит проекты и условия работы над ними обучающихся к реальным условиям.

Список литературы

1. Тетюкова Е.П., Белых Т.А. Проектное обучение – инновационный подход к организации учебного процесса в высших учебных заведениях РФ // Физика. Технологии. Инновации: сборник материалов VI Международной молодежной научной конференции, посвященной 70-летию основания Физико-технологического института УрФУ (Екатеринбург, 20–24 мая 2019 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2019. С. 349–358.

2. ГОСТ Р 54869-2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. Введ. 01.09.2012. М.: Стандартинформ, 2019. 9 с.

3. ГОСТ Р ИСО 21500-2014 Руководство по проектному менеджменту. Введ. 01.03.2015. М.: Стандартинформ, 2020. 61 с.

4. Бтемирова Р.И. Метод проектов в условиях современного высшего образования // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=24488 (дата обращения: 02.03.2020).

5. Наумкин Н.И., Рожков Д.А. Проектный метод подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности при обучении дисциплине «Теория механизмов и машин» // Школа будущего. 2020. № 6. С. 115–121.

6. Говоруха П.А. Формирование организационно-технологического потенциала возведения ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий: дис. … канд. тех. наук. Москва, 2018. 143 с.

7. Агеев В.А., Наумкин Н.И., Душутин К.А., Кильмяшкин Е.А. Актуализация ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11–1. С. 93–98.

УДК 378:316.46

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КАЧЕСТВ СОЦИАЛЬНОГО ЛИДЕРА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Болпонова А.Б.

Академия государственного управления при Президенте Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: bolponova@gmail.com

В данной статье поднимается проблема обучения профессиональных государственных служащих, которые получают образование по направлению «Государственное и муниципальное управление». Цель исследования – через методику обучения дисциплине «Анализ государственной политики» показать реализацию концепции компетентностного подхода в области профессиональных дисциплин в системе высшего образования. В качестве профессиональной дисциплины выступает государственное управление. Цель исследования определила решение следующих задач: продемонстрировать методику преподавания дисциплины, ознакомить с результатами исследования, научить магистрантов транслировать социальную модель лидера на собственную модель профессиональной и социальной деятельности. Новизна исследования заключается в апробированной методологии – контент-анализ интервью государственных деятелей и политиков КР, которые баллотировались на должность Президента КР в 2017 г. Также впервые публикуются результаты опроса, проведенного среди магистрантов данного направления за последние три года. В результате исследования автор пришел к подтверждению выставленной гипотезы, что результатом обучения и воспитания должна быть не совокупность компетенций, а способность магистранта вуза самостоятельно принимать решения и действовать в различных ситуациях. Также автор убедился, что используемая методика обучения дала возможность максимально раскрыть поставленные задачи.

Ключевые слова: компетентностный подход, компетенция, формирование качеств социального лидера, контент-анализ, типы компетентностного подхода: профессиональный, социальный, индивидуально-личностный, кандидаты в Президенты КР

THE COMPETENCE APPROACH TO FORMING THE QUALITY OF A SOCIAL LEADER IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM

Bolponova A.B.

Academy of Public Administration under the President of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: bolponova@gmail.com

This article raises the issue of the training of professional civil servants which are trained by the «State and municipal management». The goal of our research is to demonstrate the implementation of the concept of a competency-based approach in the field of professional disciplines in the higher education system through the teaching methodology of the discipline «Analysis of State Policy». Public administration is a professional discipline. The goal of the study was to achieve the following issues: to demonstrate the methodology of teaching discipline, to present the results of the study, to teach undergraduates to translate the social model of a leader into their own model of professional and social activity. The novelty of the study lies in the proven methodology – content analysis of interviews of statesmen and politicians of the Kyrgyz Republic who ran for the President of the Kyrgyz Republic in 2017. Also, for the first time, the results of a survey conducted among undergraduates of this direction for the last 3 years are published. As a result of the study, the author came to confirm the hypothesis, that the result of education and training should not be a set of competences, and the ability of undergraduates of a university to make decisions independently and act in various situations. In addition, the author was convinced that the teaching methodology used allows the maximum implementation of the tasks.

Keywords: competence approach, competence, forming the quality of a social leader, content analysis, types of competence approaches: professional, social, individual-personal, candidates for President of the Kyrgyz Republic

На наш взгляд, сегодня наиболее актуальной является проблема обучения и воспитания молодых лидеров страны, будущих профессиональных государственных служащих. Специализированные вузы Кыргызской Республики, которые выпускают специалистов по направлению «Государственное и муниципальное управление», слабо ориентированы на реализацию концепции компетентностного подхода в процессе обучения будущих специалистов. Этому способствуют следующие факторы: 1) образовательные программы недостаточно уделяют внимание воспитанию ключевых и мобильных компетенций у государственных служащих; 2) при определении классических целей урока, в силу насыщенности учебной программы обучения, сжатости учебных недель обучения, приоритет больше остается за образовательной и развивающей задачами, меньше всего уделяется внимание воспитательной цели; 3) в силу специфики вуза профессиональных педагогов, которые могли бы выделять воспитательные цели урока при обучении магистрантов, достаточно мало; 4) традиционное обучение строится на определении, освоении и демонстрации

знаний, умений магистрантов, а на типы поведения и отношений, необходимых для профессиональной трудовой деятельности магистранта, педагогами не выделяется достаточного времени; 5) традиционные методы обучения и воспитания, используемые преподавателями при подготовке профессиональных государственных служащих, устарели и требуют пересмотра собственной позиции в учебной деятельности. Необходимо максимально приблизить деятельность магистранта к его практической деятельности.

В силу упомянутых факторов принижения компетентностного подхода обучения магистрантов хотелось бы продемонстрировать методику обучения в области профессионального образования на примере дисциплины «Анализ государственной политики», читаемой на втором курсе обучения по направлению «Государственное и муниципальное управление».

Цель исследования – через методику обучения дисциплины «Анализ государственной политики» показать реализацию концепции компетентностного подхода в области профессиональных дисциплин в системе высшего образования. В данном случае в качестве профессиональной дисциплины выступает государственное управление. Цель исследования определила решение следующих задач: продемонстрировать методику преподавания дисциплины, ознакомить с результатами исследования, научить и воспитать магистрантов транслировать социальную модель лидера на собственную модель профессиональной и социальной деятельности.

Материалы и методы исследования

Для основной гипотезы были взяты утверждения российских исследователей, что главным результатом компетентностного подхода в профессиональном образовании является не совокупность компетенций, а способность магистранта вуза самостоятельно действовать и принимать решения в различных ситуациях [1]. В качестве материала для исследования были использованы ряд количественных методов: от контент-анализа текстов выступлений политических лидеров (кейсы) до оценки результатов опроса магистрантов как результата реализации компетентностного подхода в процессе обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

1 этап. На данном этапе методики обучения группа магистрантов была поделена на четыре подгруппы, по количеству изучаемых кейсов. В качестве метода анализа был использован контент-анализ текста выступлений кандидатов в Президенты Кыргызской Республики, которые были интервьюированы российским журналистом Г. Михайловым и опубликованы в 2017 г. [2; с. 176–188]. В данном случае методика проведения предполагает, что магистранты сообща занимаются изучением текста, обсуждают, делятся мнениями, распределяют полномочия между собой, общие суждения вносят в таблицу. На первом этапе из поставленных целей урока больше реализуются его познавательные цели: происходит организация усвоения нового материала, обучение новому способу действий, совершенствование и расширение известных знаний. А также развивающие цели урока, которые включают факторы умений анализировать и сравнивать, строить доказательства, графически оформлять результаты деятельности. Здесь раскрывается индивидуальность и творческий потенциал магистранта.

На первом этапе была проведена эмпирическая выборка материалов для анализа: были подобраны интервью кандидатов в Президенты КР накануне выборов 2017 г. [3]. Представленные кандидаты в Президенты КР продолжают профессиональную деятельность политика, государственного служащего в настоящее время. Многие магистранты направления «ГМУ» работают под их руководством. На наш взгляд, выборка была очень тщательно подобрана, так как: 1) представленные кандидаты были интервьюированы независимым российским журналистом, что максимально исключило заинтересованность местных (кыргызских) СМИ, социальных сетей в агитации предвыборной программы кандидатов и популяризации их деятельности [4]; 2) будущим кандидатам были заданы одинаковые вопросы, что намного улучшает подлинность полученных данных контент-анализа [5]. Однако, на наш взгляд, нельзя не упомянуть и о рисках, некоторого искажения в полученных данных: 1) в организационных процедурах проведения интервью: вопросы опроса были заранее высланы кандидатам в письменном виде и, соответственно, так же были отосланы полученные ответы. В процедурах опроса была исключена невербальная часть взаимодействия журналиста и интервьюируемого; 2) на вопросы для кандидатов могли ответить спичрайтеры, политтехнологи; 3) в вопросах журналиста и ответах кандидатах прослеживается устаревшее название страны и народа, которые часто используют российские СМИ – «Киргизия», «киргизстанцы», что говорит о возможной

обработке поступивших текстов российскими журналистами [6].

В первом блоке первого этапа проводился анализ текста интервью каждого кандидата. В сформированном списке категорий анализа, по которым осуществлялся замер, условно данные категории были разделены на три блока: 1) «Политик», 2) «Патриот», 3) «Лидер». В первом блоке «Политик» в качестве категорий были выставлены пять вопросов, которые были направлены на понимание изложенной мысли кандидата как политика: 1) какие актуальные общественные проблемы затронул кандидат (перечислить); 2) какие альтернативные позиции по отношению к вышеуказанным проблемам кандидат указал, выделил; 3) какие имена политиков, названия политических партий и организаций кандидат упомянул; 4) на какие целевые группы ориентировался кандидат? (кандидаты/партии/организации, в гендерном отношении, в социальном отношении; (перечислить); 5) какие упоминает тенденции мировой политики, международных отношений государств. В качестве единицы анализа были использованы баллы от 1 до 5, где большее число показывает больше весомости действий интервьюера, влияния на принятие решений, предлагаемых идей. Во втором блоке первого этапа «Патриот» в качестве единицы анализа были выставлены сигнальные слова на заданную тему. Наша задача заключалась в количественном подсчете частоты упоминания представленных слов: *патриот, Отчизна, Родина, гордость, честь, достоинство, страна, человек, Кыргызстан (КР), любовь, гордость, гимн, герой, защитник, государство, нация, народ, город, жизнь, земля, защита, преданность, верный, убежденный*. Для облегчения количественного подсчета были использованы встроенные функции программы «Word». В третьем блоке «Лидер» в качестве категорий анализа выступили компоненты лидерских качеств: 1) мотивационный (уверенность в себе, потребность в достижении цели, стремление к самоутверждению и самореализации); 2) эмоционально-волевой (уравновешенность, эмоционально-положительное самочувствие, наличие волевых качеств); 3) личностный (влияние на других, оригинальное, творческое мышление, коммуникативные и организаторские способности); 4) деловой (умение принимать правильное решение в непредвиденных ситуациях, готовность брать на себя ответственность, знания, умения и навыки организаторской работы). Данный этап исследования включил в себя результаты мониторинга работ магистрантов, где их задача заключалась 1) на основе прочитанного текста материалов интервьюеров выделить и оценить личностные качества представленных четверых политических лидеров, 2) построить собственную модель личностных качеств идеального социального политика. Шкала оценивания от 1 до 5 баллов. Возрастной ценз магистрантов охватывает от 23 до 36 лет. На третьем этапе исследования был проведен количественный и качественный анализ полученных данных с последующим подведением результата.

В результате проведенного контент-анализа по первому блоку «Политик» мы получили следующие результаты: как наиболее успешный политик, который предложил новые и действенные идеи решения по проблемным вопросам развития Кыргызстана, выдвинулся политик О. Бабанов (рис. 1). Программа политика была ориентирована на широкий спектр электората, групп поддержки. Больший акцент в развитии внешней политики он поставил на углубленное развитие отношений с Российской Федерацией в рамках ЕАЭС и с центральноазиатскими странами. Частота упоминания «Россия» в тексте выступления – 7 раз, «ЕАЭС» – 5 раз. Если сравнить с другими политиками, то в среднем слова «Россия», «ЕАЭС» у них упоминаются по одному разу. УО. Бабанова достаточно хорошо были представлены аргументированные факты, ссылки на цифровые данные по каждому вопросу журналиста. Что касается других политиков, то спектр предлагаемых решений на проблематику и количество целевых групп выступают достаточно узкой направленности, что отображает рис. 1.

Второй этап контент-анализа проводился на основе количественного анализа сигнальных слов, близких к понятию «Патриот, патриотизм» (блок 2). Количественный результат показал, что из всех упомянутых 224 слов по блоку «Патриот» – 9 слов из выборки не были упомянуты: *патриот, Отчизна, гордость, гимн, герой, преданность (преданный), достоинство (достоин)*. Слова, которые часто были использованы кандидатами: страна(ы) – 38, Кыргызстан (Киргизия) – 37, государство (государственный) – 28, язык – 28, народ (народный) – 19. В процентном соотношении упоминание слов вышеупомянутыми политиками выглядит следующим образом: если рассматривать качественную характеристику анализа, то более 60-80 % предложенных слов никто из представленных лидеров не употребил. Однако если опираться на количественные данные, то лидирующие позиции в блоке «Патриот» занял О. Бабанов, в интервью которого менее 50 % заняли ключевые слова выборки. С большим отрывом от него за-

няли позиции Т. Уметалиева, Т. Масадыков, Т. Сариев (рис. 2). В целом в тексте интервью четырех политиков больше всего были употреблены слова, идентифицирующие «Патриота» как носителя и гаранта национальных ценностей своей «страны», «Кыргызстана», «языка».

В результате третьего этапа контент-анализа, где необходимо было дать характеристику личностным качествам представленных кандидатов через призму видения магистрантов (действующие государственные служащие КР) мы получили следующие данные: два кандидата О. Бабанов и Т. Сариев набрали соответственно 51,6 и 50,7 баллов. Политики Т. Уметалиева и Т. Масадыков – 35,6 и 31,1 баллов. Указываются средние показатели (рис. 3).

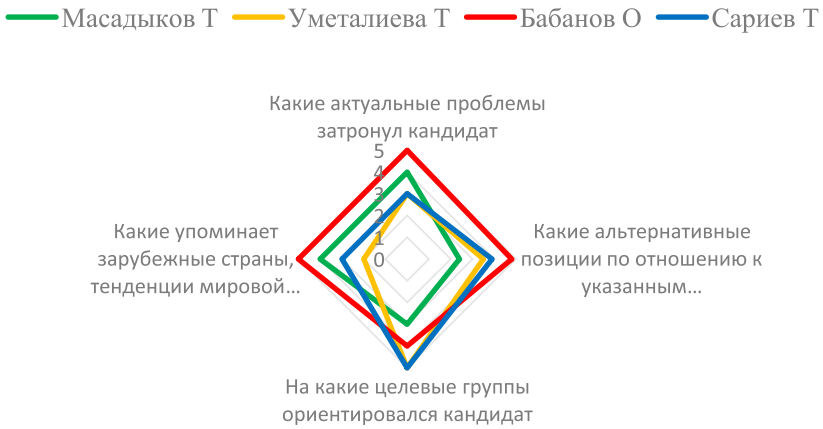


Рис. 1. Результаты контент-анализа текста выступлений политиков по первому блоку «Политик»

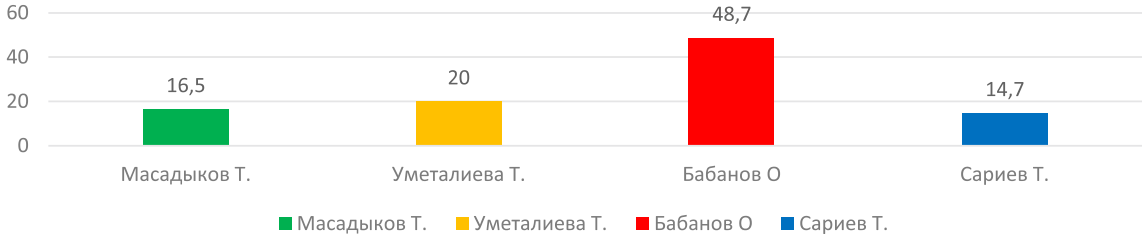


Рис. 2. Результаты контент-анализа текста выступлений политиков по второму блоку «Патриот»

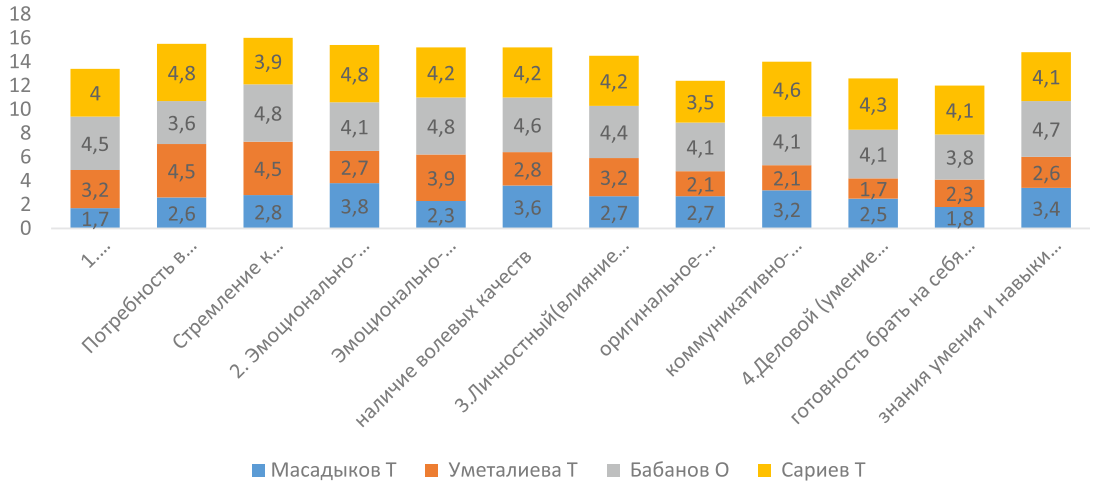
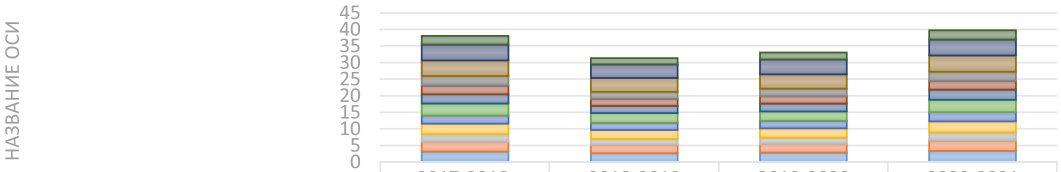


Рис. 3. Результаты характеристики личностных качеств кандидатов по блоку «Лидер»



	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
знания умения и навыки организаторской готовности	2,6	1,9	2,1	2,8
готовность брать на себя ответственность	4,8	4,1	4,5	4,8
4.Деловой (умение принимать правильное решение в непредвиденных ситуациях)	4,7	4,2	4,3	4,9
коммуникативно-организаторские способности	2,9	2,1	2,3	2,8
оригинальное-творческое мышление	2,6	2,1	2,2	2,6
3.Личностный(влияние на других)	2,8	2,2	2,4	3,1
наличие волевых качеств	3,6	2,9	2,8	3,7
Эмоционально-положительное чувство	2,5	2,2	2,3	2,8
2. Эмоционально-волевой (уравновешанность)	3,1	2,7	2,8	3,3
Стремление к самоутверждению и самореализации	2,4	1,8	1,9	2,5
Потребность в достижении цели	2,9	2,5	2,6	3,1
1. Мотивационный(уверенность в себе)	3,2	2,7	2,9	3,4

Рис. 4. Результаты опроса магистрантов о модели социального лидера Кыргызстана. 2017–2020 гг. (выборка из 251 чел.)

Результаты опроса магистрантов

2 этап. На втором этапе методики обучения магистрантам индивидуально были розданы листы опроса магистрантов о создании характеристик лидерских качеств политика, который послужил бы объектом для подражания. На втором этапе методики обучения выявляются больше воспитательные цели урока: на сформированных навыках коллективного общения и представления о политике происходит проецирование его образа на собственное представление, происходит воспитание личностных качеств, обеспечивающих успешность его деятельности на государственной службе, коллективе. В синтезе с другими целями урока магистрант оценивает в себе личностные и деловые качества: требовательность, принципиальность, критичность, самообладание, смелость, самоотверженность, чувство товарищества, оптимизм, дружелюбие, формируется общая культура поведения у магистрантов.

Представленные результаты опроса магистрантов направления «ГМУ» в количестве 251 чел. из 18 групп (исследование охватило 3 года, с 2017 по 2020 г.) показало: для формирования качеств социального лидера у государственных служащих КР также актуализируются профессиональные качества и деловые качества (рис. 4). Также надо отметить, что согласно ниже представленной схеме выделенные деловые качества лидера актуализируются в период выборов Президента КР (выборы состоялись в 2017 г., 2021 г., сопровождались активной выраженной позицией оппонентов – *Прим. автора*) (рис. 4).

Подведем итоги. Для реализации концепции компетентностного подхода в области государственного управления магистранту необходимо получить:

1. Профессиональную компетентность: включает высокую эффективность профессиональной деятельности, управленческие способности, наличие новаторского и креативного подходов при принятии решений, использующих инновационные подходы и технологии, оперирующих методами научного прогнозирования, умение принимать правильное решение в непредвиден-

ных и кризисных ситуациях. Во внешней политике политик должен придерживаться моновекторной политики, иметь постоянных партнеров, но при этом иметь политическую волю при отстаивании национальных интересов.

2. Социальную компетенцию: умение коммуницировать и сотрудничать с окружающими, обладать коллективным интеллектом, готовность брать на себя ответственность за свои поступки перед обществом.

3. Индивидуально-личностную компетенцию: быть честным, уравновешенным, уверенным, волевым, харизматичным, с устойчивым мотивационным стремлением.

4. Используемая наглядная методика обучения дисциплине «Анализ государственной политики» раскрыла поставленные цели: необходимо тщательно подбирать и использовать специфические методики обучения и воспитания с учетом профессиональной дисциплины и темы урока. Как мы видим, результатом обучения и воспитания должна быть не совокупность компетенций, а способность магистранта вуза самостоятельно действовать в различных ситуациях и принимать решения.

Список литературы

1. Мокрова А., Трубникова К. Компетентностный подход в профессиональном образовании // Педагогические науки. 26.07.2018. № 14. [Электронный ресурс]. URL: http://novaum.ru/public/p814 (дата обращения: 10.04.2021).

2. Попова О.В. Политический анализ и прогнозирование: учебник. М.: Аспект Пресс, 2011. С. 176–188.

3. Михайлов Г. «Нужно менять себя под законы»: кандидат в президенты Киргизии Темир Сариев. Бывший премьер Киргизии о большой ошибке Атамбаева и перспективах развития страны. 4 октября 2017 // ИА REGNUM. [Электронный ресурс]. URL: https://regnum.ru/news/polit/2329883.html (дата обращения: 20.02.2021).

4. Михайлов Г. «Нам предстоит упорная борьба»: кандидат в президенты Киргизии Бабанов. Политик обещает «изменить Киргизию к лучшему, а не зарабатывать на ней». 9 октября 2017 // ИА REGNUM. [Электронный ресурс]. URL: https://regnum.ru/news/polit/2331539.html (дата обращения: 20.02.2021).

5. Михайлов Г. «Киргизия стоит на грани катастрофы»: кандидат в президенты Уметалиева. Единственная женщина-кандидат о борьбе «за крепкую семью, сильную страну и незыблемость устоев». 9 октября 2017 // ИА REGNUM. [Электронный ресурс]. URL: https://regnum.ru/news/polit/2331534.html (дата обращения: 20.02.2021).

6. Михайлов Г. «Причина коррупции в нас самих»: кандидат в президенты Киргизии Масадыков. Зачем претендент на пост главы государства вложил все накопления в агитацию? 3 октября 2017 // ИА REGNUM. [Электронный ресурс]. URL: https://regnum.ru/news/polit/2329305.html (дата обращения: 20.02.2021).

УДК 378.17

МОТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ НЕПРОФИЛЬНЫХ ВУЗОВ В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ (НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СОПРЯЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ)

Гнездилов М.А.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, e-mail: g1m1a1@yandex.ru

В статье актуализируется проблематика увеличения дидактико-методологического потенциала физического воспитания в непрофильном (в частности, техническом) вузе. Автор подходит к решению данной проблемы путем выявления мотивационных стимулов применения отдельных видов (а именно занятий лыжными гонками) для физической активности в совершенствовании технических навыков и функциональных показателей студентов. С точки зрения автора, пропускная массовая способность занятий лыжными гонками в вузе наиболее эффективно позволяет совершенствовать как технические, так и функциональные показатели большого количества студентов, непосредственно отражающие состояние их здоровья и физической подготовленности. В процессе занятий лыжными гонками автор использует метод сопряженного воздействия, позволяющий в рамках освоения и совершенствования новых двигательных действий улучшать как качественную основу самого действия, так и совершенствовать физические и функциональные возможности для его выполнения. В статье обоснована значимость элементов новизны в учебном процессе занятий лыжными гонками для формирования мотивации студентов технического вуза к данному виду физической активности. Полученные результаты демонстрируют существенную динамику улучшения технических навыков, а также функциональных показателей студентов в процессе занятий лыжными гонками в вузе.

Ключевые слова: студенты технического вуза, лыжные гонки, техника, функциональные показатели, мотивация, технико-тактическая новизна, метод сопряженного воздействия

MOTIVATION AS A FACTOR OF IMPROVING TECHNICAL SKILLS AND FUNCTIONAL ABILITIES OF NON-PROFILE UNIVERSITY STUDENTS IN SKI RACING (BASED ON THE STUDY OF NEW TECHNIQUES USING THE CONJUGATE METHOD)

Gnezdilov M.A.

Kuzbass Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo, e-mail: g1m1a1@yandex.ru

The article actualizes the problem of increasing the didactic and methodological potential of physical education in non-core (in particular, technical) universities. The author approaches the solution of this problem by identifying the motivational possibilities of using certain types (namely, skiing) for physical activity in improving the technical skills and functional indicators of students. From the point of view of the author, the mass throughput of skiing classes at the university most effectively allows improving both technical and functional indicators of a large number of students, directly reflecting the state of their health and physical fitness. In the course of skiing lessons, the author uses the method of conjugate influence, which allows, within the framework of mastering and perfection of new motional actions, to improve both the qualitative basis of the action itself, and to improve physical and functional capabilities for its implementation. The article substantiates the importance of the elements of novelty in the educational process of skiing for the formation of motivation of students of a technical university to this type of physical activity. The results obtained demonstrate a significant dynamic of improving technical skills, as well as functional indicators of students in the process of skiing at the university.

Keywords: students of a technical university, cross-country skiing, technique, functional indicators, motivation, technical and tactical novelty, conjugate method

Современное состояние занятий лыжными гонками в техническом вузе в основном ориентировано на овладение студентами основных базовых технических приемов передвижения, а также на решение задач оздоровительной направленности. Тем не менее востребованность высоких показателей здоровья, развития физических и функциональных возможностей обучающихся современным работодателем не только не снижается в плане уровня, необходимого для успешного выполнения профессиональной деятельности, но и претерпевает неуклонные эскалационные усложнения требований к физическому состоянию и показателям здоровья будущих профессионалов [1; 2].

Это требует от преподавателей физической культуры в вузе поиска путей совершенствования физической и функциональной подготовленности студентов, складывающейся из всевозможных нюансов. Одним из таких нюансов является возможность массовой пропускной способно-

сти физкультурно-оздоровительных видов деятельности, среди которых лыжные гонки имеют особое преимущество как циклический вид в зимнее время занятий физической культурой [3–5].

Эта проблема в настоящее время активно дискутируется в научной литературе.

Так, например, формированию физических качеств в процессе преподавания лыжной подготовки в вузах непрофильной направленности уделено внимание в работах А.А. Грушина, С.В. Нагейкиной, Е.Н. Приходько, А.О. Ковалева, О.Г. Сорокиной, А.Н. Самсоновой и др. Исследователи подходят к решению этой проблемы с позиций выявления особенностей циклических видов физкультурно-спортивной и физкультурно-оздоровительной деятельности, разработке перспектив использования потенциала лыжной подготовки для совершенствования функциональных возможностей студентов [2–4].

Вопросы технической и технико-тактической подготовки студентов непрофильных вузов отражены в исследованиях Б.М. Петрова, И.С. Стафеева, Н.В. Ореховой и др. Ученые направляют свое внимание не только на совершенствование физических кондиций студентов, их состояние здоровья и работоспособность, но также предлагают активное использование в процессе физического воспитания средств технической и технико-тактической лыжной подготовки для развития психологических качеств обучающихся, обеспечивающих достижение их стрессоустойчивости при подготовке к будущей профессиональной деятельности [1; 5].

Ряд ученых подходят к оптимизации процесса лыжной подготовки в непрофильном вузе путем совершенствования эксплуатационных характеристик спортивного инвентаря, считая, что это обеспечивает не только улучшение показателей студентов в сфере физической подготовленности и здоровья, но и существенно мотивирует их к занятиям физической культурой, как в рамка аудиторного времени, так и в рамках самостоятельной работы студентов. Эти вопросы поднимаются в работах Н.П. Герасимова, В.И. Михалева, В.А. Аикина, О.С. Антиповой и др. [6–8].

Таким образом, актуальность темы исследования и ее насущная значимость в контексте профессиональной подготовки студентов непрофильных вузов предопределили цель исследования: выявление мотивационных стимулов применения отдельных видов (а именно изучение новых технических приемов на занятиях лыжными гонками) для физической активности, совершенствования технических, функциональных показателей студентов в процессе физического воспитания в вузе. С точки зрения автора, это может быть достигнуто за счет включения в учебную программу по лыжным гонкам элементов технико-тактической новизны, формирующей интерес и мотивацию студентов к занятиям данным видом физической активности в вузе.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1) обосновать значимость элементов новизны в учебно-тренировочных занятиях по лыжным гонкам для формирования положительной мотивации студентов; выявить предпочтения студентов к элементам новизны в рамках освоения программы по лыжным гонкам в вузе;

2) включить в учебно-тренировочные занятия элементы технико-тактической новизны, не изучаемые в техническом вузе (а именно Single Time, Free Skate на основе освоения техники «качели», освоение техники лыжных ходов Cornering techniques и Jump Skate);

3) применяя в учебно-тренировочном процессе метод сопряженного воздействия, проследить динамику совершенствования технических, а также функциональных показателей студентов по следующим параметрам: снижение времени прохождения контрольного отрезка дистанции, пульсовая стоимость отрезка дистанции, частота сердечных сокращений.

Материалы и методы исследования

В исследовании используются методы теоретического анализа, опрос, метод педагогического эксперимента, метод сопряженного воздействия, определение ЧСС (показатели среднего рабочего пульса; определяли с помощью устройств «Mi band 3 (4, 5)», «Apple Watch»), расчет пульсовой стоимости (по формуле ПС = (П x t) / L, где ПС – пульсовая стоимость, уд/е.р.; П – рабочий пульс во время занятия; t – время прохождения контрольного отрезка дистанции; L – контрольный отрезок дистанции, км), статистический анализ данных, расчет выборочных характеристик, расчет стандартного отклонения, расчет средней, расчет достоверности различий по t-критерию Стьюдента. Материалом исследования послужили показатели мотивации, функциональные показатели студентов различного уровня подготовленности в процессе занятий лыжными гонками в вузе.

Результаты исследования и их обсуждение

Сделать интересным и побуждающим к физическому совершенствованию занятие

лыжными гонками в вузе является не всегда простой задачей. Однако лыжные гонки за счет массовой пропускной способности дисциплины являются наиболее перспективным видом в части совершенствования функциональных возможностей студентов различного уровня подготовленности. Исследование мнения студентов в рамках их предпочтений на занятиях лыжными гонками показало, что обучающиеся с удовольствием «откликаются» на новизну в учебном процессе. Даже несмотря на невысокий уровень сформированности технических навыков, студенты (n = 70 студентов первого и второго курсов) активно проявляют интерес к различным инновационных нововведениям в сфере лыжного спорта. Так, например, усовершенствованию техники скольжения коньковым ходом на равнинных участках на основе анализа опыта ведущих спортсменов отдали предпочтение 37,14 % (n = 26). Добиться безошибочного вхождения в поворот на спуске захотели 27,14 % (n = 19) обучающихся. Помимо этого студентов заинтересовали такие вопросы, как освоение эффективного поворота при подъеме (34,29 % при n = 24), сохранение и увеличение скорости передвижения на трудных участках трассы (68,57 % при n = 48), а также улучшение показателей здоровья (77,14 % при n = 54).

Интерес студентов к занятиям лыжными гонками, вызванный освоением новых элементов техники и тактики, предопределил содержание учебно-тренировочных занятий:

– на общеподготовительном этапе осуществлялась общефизическая подготовка студентов; использовались упражнения для развития выносливости (в частности, прикладные упражнения со скакалкой: на время (в едином темпе), комбинированные прыжки на скакалке с частичной имитацией лыжных ходов (с попеременной перестановкой ног в передне-заднем направлении, прыжки в стороны с одной ноги на другую и т.д.); в общефизическую подготовку были также включены упражнения для развития координации (упражнения в равновесии), статической и динамической, на ограниченной статической и динамической опорах (для развития устойчивости при преодолении поворотов со спуска на дистанции); интенсивность и моторная плотность занятий наращивалась постепенно; использовались методы повторного интервального упражнения, метод круговой тренировки; важной задачей данного этапа также являлось достижение снижения ЧСС у студентов в процессе выполнения нагрузки (совершенствование функциональных возможностей организма студентов), пульсовой стоимости;

– на предварительном этапе осуществлялась специальная физическая подготовка; использовали развивающие силовые учебно-тренировочные занятия, интенсивные учебно-тренировочные занятия, чередующиеся с отдыхом; в основном применяли упражнения, которые максимально точно были приближены к требованиям техники выполнения новых движений – элементов техники (например, при упражнении со скакалкой акцентировали внимание на максимальном выпрыгивании вверх); использовали метод сопряженного воздействия;

– основной этап; техника «качели» использовалась в рамках специальной физической подготовки студентов в зимнее время на этапе основной специальной подготовки; освоение техники лыжного хода Cornering techniques осуществлялось в этот же период на специальных участках тренировочной трассы, имеющей перепады высоты около 3 °; комбинация шагов Cornering techniques и Jump skate использовалась также на этапе основной специальной подготовки на участках трассы (подъемы), имеющей углы наклона 3–5 °; в рамках методики учебно-тренировочных занятий с элементами новизны, помимо освоения новых технических приемов скольжения, преодоления поворотов на спуске и подъеме, а также совершенствования тактики преодоления дистанции, в содержание занятий также были включены координационные упражнения; это требовалось для развития и совершенствования уровня статической и динамической координации студентов, необходимо для эффективного прохождения поворотов, особенно при спуске; использовались такие упражнения, как выполнение усложненных проб Ромберга на статической и динамической поверхностях, упражнения на равновесие (включая боковое) на статической, динамической поверхностях и ограниченных опорах; использовали методы расчлененно-конструктивного и целостно-конструктивного упражнения, а также метод сопряженного воздействия.

Также на основном этапе осуществлялось:

– формирование и совершенствование навыка скольжения с использованием лыжных ходов Single Time и Free Skate на основе освоения техники «качели», которая позволяет увеличить длину цикла на самой высокой скорости (которую способен набрать студент) и снизить метаболический стресс;

– освоение техники лыжного хода Cornering techniques, который использовался в процессе преодоления поворотов

со спуска и позволял не только преодолевать его [поворот] без ошибок и не терять, но и набирать скорость;

– использование комбинации шагов Cornering techniques и Jump Skate для преодоления подъемов при последующем вхождении в поворот [6–8].

Использование в учебном процессе данных элементов техники не только обеспечило повышение мотивации студентов к занятиям за счет интереса к новизне, но и оказало существенное влияние на совершенствование функциональных возможностей студентов, формирование технических навыков, скорости преодоления дистанции. В процессе исследования осуществляли наблюдение за динамикой таких показателей, как частота сердечных сокращений (далее ЧСС), пульсовая стоимость отрезка дистанции (далее ПС), имеющая спуск, подъем и равнинный участок (единица измерения или е.р. = 1 км).

На констатирующем этапе эксперимента в группе студентов непрофильного вуза (инженеры горной отрасли) были проанализированы показатели ЧСС и рассчитана исходная пульсовая стоимость прохождения контрольного участка (1 км) дистанции (уд/е.р.). Студенты были разделены на контрольную и экспериментальную группы: студенты контрольной группы ($Г_К$) в ходе исследования продолжали заниматься в рамках обычной программы по лыжным гонкам, а в экспериментальной группе ($Г_Э$) студентов в процессе занятий были использованы вышеуказанные элементы новизны при изучении техники и тактики прохождения дистанции.

Так, на начальном (констатирующем) этапе исследования среднее значение ЧСС в группе $Г_К$ составило 184,57 ± 4,09 уд/мин., а пульсовая стоимость – 699,46 ± 96,81 уд/е.р. (е.р. = 1 км). Значение этих же показателей, которые продемонстрировали студенты, отнесенные к группе $Г_Э$, были примерно такими же. Так, показатели ЧСС в группе $Г_Э$ составили 181,04 ± 3,46 уд/мин., пульсовая стоимость – 699,33 ± 70,45 уд/е.р.

Таким образом, на констатирующем этапе эксперимента измеряемые показатели студентов обеих групп не имели достоверных различий.

На формирующем этапе эксперимента было сделано несколько контрольных срезов (5 контрольных срезов в течение четырех недель) в обеих группах (см. элементы легенды графика) с целью объективности фиксируемых показателей (как стабильных и достоверных) (рис. 1).

Несмотря на то, что ЧСС у студентов контрольной и экспериментальной групп различалась на 2–3 уд/мин., эта разница была незначительной и недостоверной. За исходные значения были взяты средние показатели последнего контрольного среза.

Необходимо отметить, что частота учебно-тренировочных занятий у студентов обеих групп была одинаковой. Идентичными также были и условия занятий (сложность трассы, инвентарь, снежный покров, погодные условия и т.д.). Временной период эксперимента для обеих групп составил три месяца.

На формирующем этапе эксперимента была зарегистрирована как положительная динамика показателей внутри групп, так и обнаружены существенные отличия между группами студентов (а именно их функциональных показателей).

Так, в группе $Г_К$ существенных изменений показателей не выявлено. Динамика ЧСС улучшилась, но незначительно и составила в среднем 180,94 ± 4,11 уд/мин. Разница в улучшении показателей пульсовой стоимости составила 18,34 ± 93,61 уд/е.р. и была недостоверной ($p > 0,05$) (рис. 2, а, б).

Показатели студентов группы $Г_Э$, напротив, различались существенно. Так, динамика ЧСС была значительно прогрессивной, ее показатель в среднем по группе составил 176,61 ± 3,12 уд/мин. Разница показателей пульсовой стоимости составила 54,71 уд/е.р. ($p < 0,05$).

Анализируя средние показатели динамики совершенствования ЧСС и ПС в контрольной и экспериментальной группах, можем отметить, что прирост ЧСС в группе $Г_Э$ превысил соответствующий показатель, характерный для студентов группы $Г_К$ на 1,5 единиц. Прирост показателей ПС характеризовался той же тенденцией: в группе $Г_К$ он в среднем составил 18,31 уд/е.р., а в группе $Г_Э$ – 72,82 уд/е.р., что существенно превышает прирост данного показателя в группе $Г_К$. Разница показателей прироста в группах составила 54,51 уд/е.р. в пользу студентов группы $Г_Э$.

Таким образом, считаем необходимым еще раз отметить, что включение элементов новизны в учебно-тренировочные занятия по лыжной подготовке в непрофильном вузе для формирования положительной мотивации студентов, а также выявление их [студентов] предпочтений к элементам новизны в рамках освоения программы физического воспитания с привлечением к методике преподавания элементов технико-тактической новизны обеспечивает существенную положительную динамику показателей технической, физической и функциональной подготовленности.

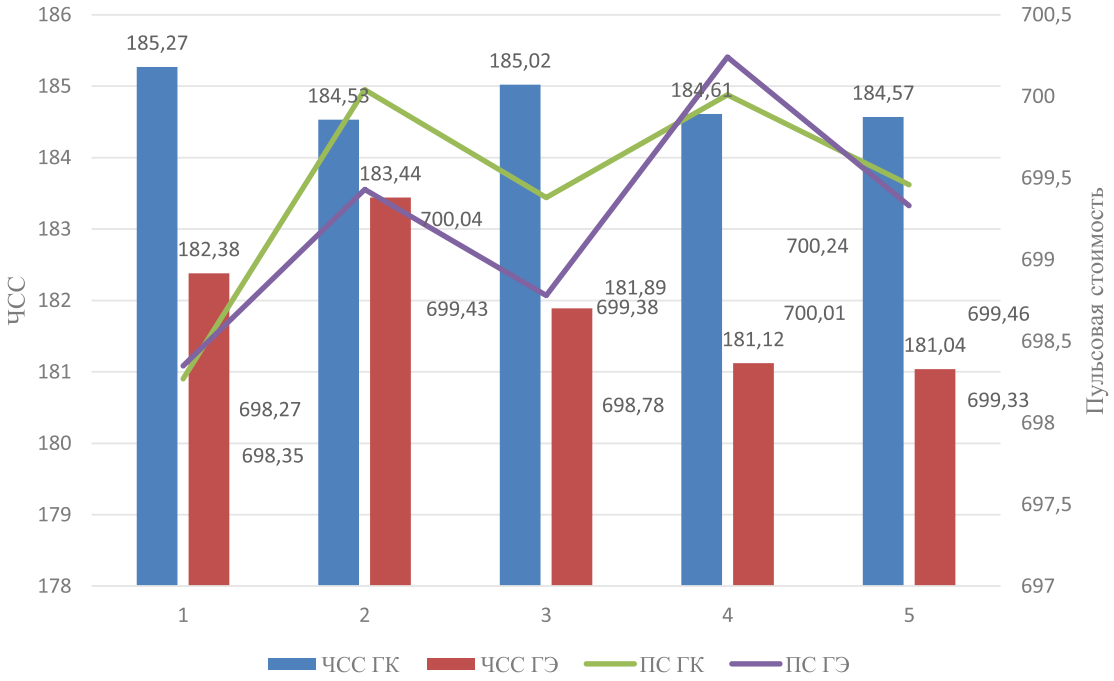
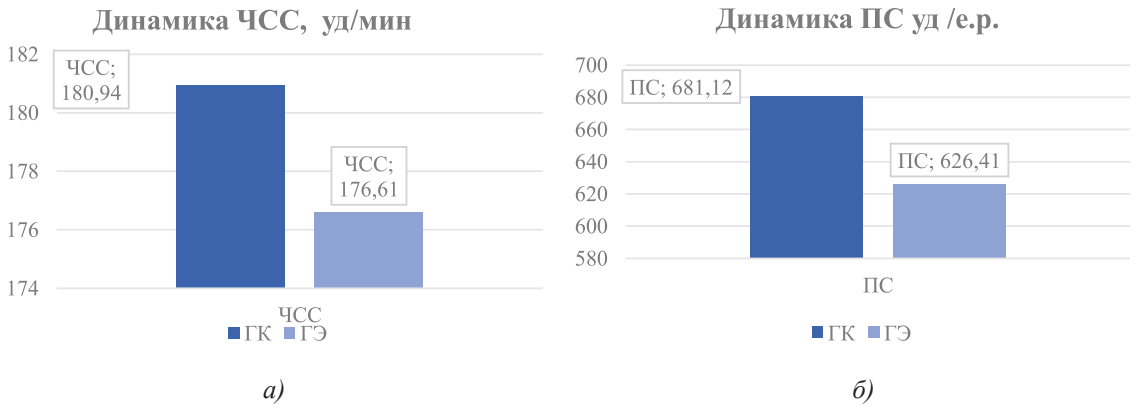


Рис. 1. Исследуемые показатели студентов на формирующем этапе эксперимента



а) *б)*

Рис. 2. Динамика исследуемых показателей студентов на формирующем этапе эксперимента

Выводы

1. Исследование мнения студентов в рамках их предпочтений на занятиях лыжными гонками показало, что обучающихся значительно мотивирует новизна в учебном процессе. Студенты активно проявляют интерес к занятиям лыжными гонками, основанным на элементах новизны, выбор которых обусловлен выявлением их предпочтений, а именно: освоение и совершенствование техники передвижения коньковым ходом на основе анализа опыта ведущих спортсменов, безошибочное вхождение в поворот при спуске, эффективное преодоление подъема и последующего поворота и т.д.

2. Изучение предпочтений к элементам новизны предопределило включение в учебно-тренировочный процесс следующих элементов: формирование и совершенствование навыка скольжения с использованием лыжных ходов Single Time и Free Skate на основе освоения техники «качели»; освоение техники лыжного хода Cornering techniques, используемой для преодоления поворотов со спуска; использование комбинации шагов Cornering techniques и Jump Skate для преодоления подъемов при последующем вхождении в поворот.

3. В процессе исследования у студентов экспериментальной группы отмечена существенная положительная динамика функциональных показателей: снижение

ЧСС – на 5,36 уд/мин ($p < 0,05$); снижение пульсовой стоимости отрезка – на 72,82 уд/е.р. ($p < 0,05$). Также отмечено и увеличение скорости прохождения контрольного отрезка дистанции.

4. Динамика показателей в контрольной группе студентов незначительна, изменения результатов недостоверны.

5. Прирост показателей ЧСС в группе ГЭ превысил соответствующий показатель, характерный для студентов группы ГК, на 1,5 единиц. Прирост показателей ПС характеризовался той же тенденцией: в группе ГК он в среднем составил 18,31 уд/е.р., а в группе ГЭ – 72,82 уд/е.р., что существенно превышает прирост данного показателя в группе ГК. Разница показателей прироста в группах составила 54,51 уд/е.р. в пользу студентов группы ГЭ.

Список литературы

1. Петров Б.М. Проблемы технической подготовки начинающих спортсменов-лыжников в условиях вуза // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2017. № 3. С. 52–55.

2. Сорокина О.Г., Самсонова А.Н. Лыжная подготовка в вузе: проблемы и перспективы развития // Педагогическое мастерство и современные педагогические технологии: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2018. С. 340–342.

3. Грушин А.А., Нагейкина С.В., Приходько Е.Н. Скоростно-силовая подготовка в циклических видах спорта с проявлением выносливости (на примере лыжных гонок) // Вестник спортивной науки. 2018. № 2. С. 11–16.

4. Ковалев А.О. Особенности физической подготовки к лыжным гонкам // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 122–124.

5. Стафеев И.С., Орехова Н.В. К вопросу о влиянии лыжной подготовки в вузе на здоровье студентов // Студенческая наука: современные реалии: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 68–69.

6. Герасимов Н.П. Методика подготовки спортсменов лыжников в непрофильном вузе с использованием беговых лыж с повышенными эксплуатационными характеристиками // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5 (47). С. 13–15.

7. Герасимов Н.П. Методические особенности подготовки спортсменов лыжников в непрофильном вузе с учетом последних достижений в области создания спортивного инвентаря с повышенными эксплуатационными характеристиками. Прикладная подготовка // Экстремальная деятельность. 2016. № 2 (39). С. 40–43.

8. Михалев В.И., Корягина Ю.В., Антипова О.С., Аикин В.А., Сухинин Е.М. Современная лыжная техника: сочетание мощности и экономичности (по данным зарубежной литературы) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 4 (122). С. 132–139.

УДК 37.013

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РФ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ НРАВСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ

Дмитриев Д.В.

Саратовский военный Краснознамённый ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Саратов, e-mail: dmiden77@mail.ru

В настоящее время, в связи с продолжающимся реформированием структуры войск национальной гвардии, предъявляются повышенные требования к формированию личностных и профессиональных качеств военнослужащих и сотрудников войск, что определяет актуальность в сфере профессиональной подготовки будущих офицеров в военных образовательных организациях высшего образования. Совершенствование качества подготовки высококвалифицированных кадров напрямую зависит от эффективности педагогического сопровождения становления нравственного сознания курсантов. Повышение уровня формирования нравственного сознания курсантов возможно с помощью модели педагогического сопровождения курсантов войск национальной гвардии в процессе становления нравственного сознания. В статье проведен анализ научных трудов, раскрывающих сущность моделирования как метода педагогического исследования. Рассмотрены варианты построения структуры моделей (компонентной, блочной, блочно-компонентной структурно-содержательной, структурно-функциональной, содержательно-функциональной) по педагогическому сопровождению учеников, студентов и курсантов военных образовательных организаций высшего образования. В статье предложена авторская модель педагогического сопровождения курсантов войск национальной гвардии в процессе становления нравственного сознания, состоящая из трех взаимосвязанных блоков – целевого, организационно-содержательного и диагностического. Раскрыты этапы осуществления педагогического сопровождения и мероприятия, направленные на изменение нравственного сознания курсантов.

Ключевые слова: модель, моделирование, курсант, педагогическое сопровождение, становление, нравственное сознание

MODELING OF PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE ACTIVITIES OF TRAINS OF THE NATIONAL GUARD OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE PROCESS OF FORMATION OF MORAL CONSCIOUSNESS

Dmitriev D.V.

Saratov military the red banner order of Zhukov Institute of the national guard of the Russian Federation, Saratov, e-mail: dmiden77@mail.ru

Currently, in connection with the ongoing reform of the structure of the National Guard troops, increased requirements are imposed on the formation of personal and professional qualities of servicemen and troops, which determines the relevance in the field of professional training of future officers in military educational institutions of higher education. Improving the quality of training highly qualified personnel directly depends on the effectiveness of pedagogical support for the formation of the moral consciousness of cadets. Achieving the effectiveness of the formation of the moral consciousness of cadets is possible due to the model of pedagogical support of cadets of the National Guard troops in the process of the formation of moral consciousness. The article analyzes scientific works that reveal the essence of modeling as a method of pedagogical research. Variants of constructing the structure of models (component, block, block-component structural-content, structural-functional, content-functional) for pedagogical support of pupils, students and cadets of military educational institutions of higher education are considered. The article proposes the author's model of pedagogical support of cadets of the National Guard troops in the process of the formation of moral consciousness, consisting of three interrelated blocks – target, organizational-content and diagnostic. The stages of the implementation of pedagogical support and activities aimed at changing the moral consciousness of cadets are revealed.

Keywords: model, modeling, student, pedagogical support, formation, moral consciousness

Одним из методов, способствующих формированию нравственного сознания курсантов, является моделирование. С помощью данного метода предоставляется возможность исследовать объект способом создания идентичной модели по его характеристикам, что позволит в дальнейшем получить необходимые знания и общее представление об исследуемом объекте [1, с. 1].

Моделирование объектов в педагогической теории и практике является одним из актуальных методов в современных исследованиях. Оно позволяет найти и объяснить сущность и характеристики новых объектов, которые могут быть дополнены с помощью методов проектирования. При построении педагогических проектов моделирование, как правило, является основой построения программ дальнейшего развития педагогических систем. Поэтому моделирование является способом, отображающим состав, строение, формы существования и развития объекта педагогического воздействия через определение

его параметров, состава компонентов, внутренних связей, которые обеспечивают возможность количественного и качественного анализа изменений исследуемого явления. При этом исследуемое педагогическое явление возможно представлять в разных моделях. Это означает, что при применении методов моделирования предоставляется возможность сочетать индуктивно-эмпирический поиск сущности исследования педагогического объекта с дедуктивным познанием развития его механизмов и структуры.

Содержание моделирования как метода педагогического исследования подробно раскрыто в работах А.И. Богатырева, А.Н. Дахина, Е.Н. Землянской и др.

Цель исследования – определить оптимальную модель педагогического сопровождения курсантов войск национальной гвардии РФ в процессе становления нравственного сознания.

Материалы и методы исследования

В научных трудах А.Н. Дахина под моделью [2, с. 11–20] понимается объект, созданный искусственно и представленный в виде схемы/таблицы. Он используется взамен оригинала и в более простом виде отображает структуру, существенные особенности, свойства и взаимосвязи изучаемого явления, объекта, процесса.

По мнению Е.Н. Землянской, моделирование как метод исследования заключается в приеме аналогии – умозаключении о сходстве объектов. Сущность моделирования заключается в том, что исследуется не объект, а его аналог, заместитель – тем самым модель представляется удобной формой получения результатов научного поиска. Поэтому модель должна быть способной замещать объект в определенных отношениях, открывать новые свойства, обладать сходством с оригиналом и новыми возможностями по его совершенствованию [3, с. 35–43].

Каждая разрабатываемая педагогическая модель определенно имеет собственную структуру, которая определяет цели, задачи, специфику и условия исследуемого процесса. Е.А. Александрова рассматривает модель педагогического сопровождения индивидуального образования и идею свободного воспитания учеников как процесс создания комфортной ситуации развития ребенка, с целью самостоятельного его выхода из проблемных ситуаций при минимальном участии педагога и его педагогической поддержки [4, с. 58].

В модели педагогического сопровождения курсантов военно-учебных заведений, разработанной Д.И. Митиным и А.Н. Михеевым, представлено описание закономерного возникновения последовательных и взаимообусловленных этапов их единства, а также внутренней структуры. В качестве этапов в данной модели выбраны: диагностический, эмоционально-мотивационный, содержательный и рефлексивный. Каждый этап включает цели, задачи, основные и дополнительные средства их достижения, а также итоги [5, с. 251– 255].

Изучая работы по педагогическому сопровождению курсантов, О.А. Бучнева рассматривает модель педагогического сопровождения адаптации курсантов первого курса обучения, которая состоит из следующих блоков: целевой, содержательный, операционно-деятельностный, оценочно-результативный. В данных блоках содержатся цели, задачи, формы, методы, принципы, направления педагогического сопровождения, а также показатели, уровни и результаты [6, с. 24].

Изучение научных трудов позволило констатировать, что процесс моделирования педагогического сопровождения, различной деятельности курсантов военных вузов имеет разные модели и каждая из них индивидуальна по своей структуре (блочная, компонентная, блочно-компонентная).

Для окончательного осознания типа разрабатываемой модели обратимся к работе Е.А. Лодатко «Типология педагогических моделей» [7, с. 126–128]. По мнению автора, типология педагогических моделей основывается на обобщении предметов моделирования, таких как структура, содержание и функциональность, которые являются базовыми типами.

По результатам изучения базовых типов моделей разрабатываемая педагогическая модель будет представлена как структурно-функциональная. В данном случае предметом моделирования является структура исследуемого педагогического объекта – педагогического сопровождения, которая будет выполнять две группы функций.

Таким образом, по своей структуре модель педагогического сопровождения курсантов в процессе становления нравственного сознания будет представлена в виде трех взаимосвязанных блоков – целевого (включает цели и задачи моделируемого процесса), организационно-содержательного (включает функции, принципы и этапы педагогического сопровождения, а также его организационно-педагогические условия и комплекс проводимых мероприятий) и диагностического (направлен на результативность моделируемого процесса и включает критерии и показатели для диагностики уровней становления нравственного

сознания курсантов), что позволит проследить динамику понимания проблемы процесса от теории до практических действий.

Исследование формирования нравственного сознания у курсантов Саратовского военного института войск национальной гвардии РФ показало, что изначально нравственное сознание находится на очень низком уровне.

В исследовании принимали участие 200 курсантов. Для проведения исследования были сформированы контрольная (100 чел.) и экспериментальная (100 чел.) группы. Группы формировались из разных подразделений случайно, с целью получения достоверных и надежных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Результат экспериментального исследования показал, что всего в обеих группах 10 чел. имеют высокий уровень, что составило 4% в контрольной группе, а в экспериментальной 6%. При этом в контрольной группе процент количества курсантов, обладающих допустимым уровнем становления нравственного сознания, чуть больше, чем в экспериментальной. В контрольной группе имеют низкий уровень 47 чел. (47%), а в экспериментальной – 49 чел. (49%). Очевидно, что исходный уровень в экспериментальной и контрольной группах практически одинаков.

На основе проведенного анализа можно утверждать об актуальности педагогического сопровождения курсантов по формированию у них нравственного сознания на протяжении всего срока обучения в военном институте.

Автором разработана модель педагогического сопровождения курсантов в процессе становления нравственного сознания, которую более подробно рассмотрим далее.

Содержание целевого блока определяется из подробного изучения и анализа целей и задач процесса организации педагогического сопровождения, скорректированного целями и задачами моделирования в педагогике.

Организационно-содержательный блок включает функции, принципы и условия педагогического сопровождения, а также теоретико-методологические подходы по определению комплекса мероприятий.

Основные методологические подходы, используемые при разработке этапов модели по педагогическому сопровождению курсантов

Подход личностного ориентирования (личностно-центрированный) определяет цели, ценности развития личности, приоритеты потребностей, учитывает индивидуальные и личностные особенности курсантов. С этой позиции педагогическое сопровождение должно ориентироваться на интересы конкретного курсанта, его потребности и интересы, логику его мышления и развития.

На современном этапе развития гуманитарного знания наиболее полное представление о человеке и его нравственности (нравственном опыте, нравственном сознании) позволяет получить антропологический подход [8, с. 100–105]. Значительное внимание психологической и педагогической антропологии уделено в работе Н.С. Маляковой [9, с. 65–73]. Высказанная авторами идея целостного изучения человека с неизбежностью должна быть использована в изучении проблем становления нравственного сознания курсантов и в организации его педагогического сопровождения (единства ценностного, когнитивного и деятельностного компонентов).

Для обоснования и организации этапов педагогического сопровождения необходимо обратиться к рассмотрению деятельностного подхода (Е.Д. Бочкарева, Г.И. Симонова и др.), проявление которого осуществляется в любых жизненных ситуациях через общественное и индивидуальное сознание людей (в частности, курсантов). Он ценен тем, что интегрирует теорию и практику через единый технологический процесс, обеспечивает вариативность и многообразие пространства (среды) и времени, позволяет активизировать педагогический потенциал военного вуза и офицерского состава, задействованного в процессе педагогического сопровождения [10, с. 191].

Включаясь в процесс становления нравственного сознания, курсанты вовлекаются в практическую деятельность, которая позволяет им овладеть нормами поведения и выработать систему нравственных привычек. Процесс осуществления педагогического сопровождения должен создать такие условия, при которых курсант не был бы главным объектом воздействия. Для этого его необходимо замотивировать формированием определенных качеств и развивать у него активность по овладению нормами поведения, устойчивыми нравственными понятиями, исключительно через механизмы собственной и коллективной деятельности [11, с. 63–64]. Только тогда качества (конкретно – нравственное сознание) станут частью сущности индивида.

Основой организационно-содержательного блока являются этапы осуществления

педагогического сопровождения, способствующие успешному достижению цели и решению поставленных задач. Рассмотрим их подробнее.

Первый, проблемно-мотивационный этап, направлен на выявление и актуализацию предмета сопровождения, осознание важности и значимости целенаправленной деятельности по становлению нравственного сознания.

Второй, поисково-диагностический этап, направлен на поиск вариантов решения проблемы, определения степени участия педагога в подборе наиболее эффективных форм, средств и методов сопровождения.

Третий, практически-действенный этап, направлен на проектирование оперативных и перспективных целей, разработку индивидуальных программ.

Четвертый, рефлексивно-аналитический этап, направлен на объективный анализ совершенных действий, рефлексию результатов реализации индивидуальных программ и достижение целей, оказание помощи в преодолении возможных трудностей.

В ходе реализации организационно-содержательного блока разработан следующий комплекс мероприятий, направленный на стимулирование позитивных изменений нравственного сознания курсантов:

– разработка рекомендаций профессорско-преподавательскому составу и командирам подразделений по оптимальному проведению педагогического сопровождения;

– проведение консультаций, тренингов, инструкторско-методических занятий, в целях понимания проблем и повышения их психолого-педагогической компетентности;

– разработка индивидуальных программ и рекомендаций для курсантов;

– проведение психолого-педагогического анализа причин принятия и непринятия сопровождения, трудностей в становлении нравственного сознания;

– разработка и проведение специальных элективных курсов, направленных на становление нравственного сознания курсантов в рамках гуманитарных дисциплин, таких как военная педагогика и психология;

– проведение внеаудиторных групповых и индивидуальных занятий по формированию компонентов нравственного сознания.

Диагностический блок показывает позитивные изменения личности, развернутые во времени, выраженные в количественных и качественных, структурных преобразованиях в ценностной (нормы морали и нравственности, чувства долга, убеждения), знаниевой (устойчивые нравственные понятия, навыки мышления) и деятельностной (норма поведения, выработка нравственных привычек) сферах, которые будут фиксироваться, определяться и анализироваться при помощи специального разработанного авторского критериально-диагностического инструментария.

Для выявления результативности предлагаемой модели (переход курсантов на более высокий уровень становления нравственного сознания) педагогического сопровождения использовались критерии и их показатели, для изучения уровня становления нравственного сознания курсантов подбирались диагностические методики, а также разрабатывались авторские.

Заключение

В результате было проведено повторное анкетирование курсантов, для завершения формирующего этапа опытно-экспериментального исследования. Результаты количественной оценки состояния уровня становления нравственного сознания курсантов на формирующем этапе показали, что в экспериментальной группе высокого (убежденно-осознанного) уровня достигли 40 чел. (40%), а в контрольной – всего 9 чел. (9%). На среднем (эмоционально-чувственном) уровне в экспериментальной группе оказались 50 чел. (50%), а в контрольной – 53 чел. (53%). Значительно меньше обучающихся (в 4 раза) остались на низком (рационально-теоретическом) уровне в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. Таким образом, можно утверждать о существенной разнице в уровне становления нравственного сознания у курсантов экспериментальной и контрольной групп.

Таким образом, разработанная нами модель педагогического сопровождения курсантов в процессе становления нравственного сознания показывает свою эффективность в переходе курсантов на более высокий уровень.

Результатом дальнейшего применения данной модели должно стать достижение оптимального уровня сформированности нравственного сознания у курсантов на пятом курсе обучения в военном институте.

Список литературы

1. Устинов А.Г., Пяткова Т.В. Моделирование как метод педагогического исследования [Электронный ресурс] http://www.rusnauka.com/2_KAND_2013/Pedagogica/3_125677.doc.htm (дата обращения: 24.04.2021).

2. Дахин А.Н. Моделирование в педагогике // Идеи и идеалы. 2010. Т. 2. № 1 (3). С. 11–20.

3. Землянская Е.Н. Моделирование как метод педагогического исследования // Преподаватель XXI век. 2013. Т. 1. № 3. С. 35–43.

4. Александрова Е.А. Педагогическое сопровождение индивидуального образования и идея свободного воспитания // Новые ценности образования. 2003. Т. 14. № 3. С. 56–60.

5. Митин Д.И., Михеев А.Н. Моделирование педагогического сопровождения физической подготовки курсантов военно-учебных заведений // Учебные записки Орловского государственного университета. 2017. № 3 (76). С. 251–255.

6. Бучнева О.А. Модель педагогического сопровождения адаптации иностранных курсантов-первокурсников к образовательной среде военного вуза // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=22402 (дата обращения: 24.04.2021).

7. Лодатко Е.А. Типология педагогических моделей // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2014. № 1 (16). С. 126–128.

8. Бабаян А.В. Антропологический подход в практике нравственного воспитания учащихся кадетских корпусов // Журнал научных публикаций «Дискуссия». 2012. № 3 (21). С. 100–105.

9. Малякова Н.С. Педагогическая антропология как основа построения концепции современной отечественной школы // Сибирский педагогический журнал. 2011. № 3. С. 65–73.

10. Бочкарева Е.Д. Деятельностный подход к совершенствованию педагогического сопровождения процесса воспитания исторической памяти учащейся молодежи в учреждениях культуры // Вестник Московского государственного университета культуры и искусства. 2016. № 1 (69). С. 188–193. С. 191.

11. Симонова Г.И. Деятельностный подход к педагогическому сопровождению социальной адаптации школьников // Педагогика: научно-теоретический журнал / Ред. В.П. Борисенков, А.Я. Данилюк. 2006. № 9. С. 59–64. С. 63–64.

УДК 796:378.17

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ ТРЕНИРОВКИ СТУДЕНТОВ

[1]Жуков Р.С., [1]Гальцов А.О., [1]Седнев А.В., [1]Сметанин А.Г., [2]Борисов П.С.

[1]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: kafedra-tofk@yandex.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Кемерово, e-mail: tofk@kemsu.ru

Несмотря на бурное развитие современных фитнес-технологий и разнообразие фитнес-программ, они не всегда учитывают аспекты индивидуализации процесса оздоровительной тренировки с целью оптимизации ее эффективности, так как в большинстве из них не принимаются во внимание особенности соматотипов занимающихся. Исследование посвящено анализу эффективности методики оздоровительной силовой тренировки студентов (юношей), занимающихся силовыми видами фитнеса, построенной с учетом индивидуальных особенностей телосложения. В процессе исследования на основе метода анализа и обобщения данных научно-методической литературы выявлены научно-теоретические основы силовой подготовки студентов; разработана методика проведения занятий по силовой подготовке студентов, занимающихся фитнесом, в зависимости от типа телосложения; экспериментально оценена эффективность методики оздоровительной силовой тренировки студентов, построенной с учетом особенностей типов телосложения. Экспериментальная методика оздоровительной силовой тренировки, предложенная в исследовании, разработанная с учетом индивидуального и дифференцированного подходов в зависимости от типов телосложения, показала свою эффективность, о чем свидетельствуют данные, полученные в процессе проведения педагогического эксперимента, они позволяют судить о положительном влиянии оздоровительной силовой тренировки на уровень физической подготовленности студентов экспериментальной группы.

Ключевые слова: оздоровительная тренировка, силовые способности, студенты, фитнес, индивидуальные особенности, типы телосложения

INDIVIDUALIZATION OF STUDENTS HEALTHY STRENGTH TRAINING METHODS

[1]Zhukov R.S., [1]Galtsov A.O., [1]Sednev A.V., [1]Smetanin A.G., [2]Borisov P.S.

[1]Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: tofk@kemsu.ru;

[2]Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo

Despite the rapid development of modern fitness technologies and a variety of fitness programs, they do not always take into account the aspects of individualization of the process of health-improving training in order to optimize its effectiveness, since most of them are not based on taking into account the peculiarities of the trainees' somatotypes. The study is devoted to the analysis of the effectiveness of the methodology of health-improving strength training of students (youths), who are engaged in strength types of fitness, built taking into account the individual characteristics of the physique. In the course of the research, based on the analysis and generalization of scientific and methodological literature data, the scientific and theoretical foundations of strength training of students were revealed; developed a methodology for conducting strength training classes for fitness students, depending on the type of physique; the effectiveness of the methodology of health-improving strength training of students, built taking into account the peculiarities of body types, was experimentally evaluated. The experimental methodology of health-improving strength training, proposed in the study, developed taking into account individual and differentiated approaches depending on body types, has shown its effectiveness, as evidenced by the data obtained during the pedagogical experiment, they allow us to judge the positive effect of health-improving strength training on the level physical fitness of students of the experimental group.

Keywords: health-improving training, strength abilities, students, fitness, individual characteristics, body types

Несмотря на бурное развитие современных фитнес-технологий и разнообразие фитнес-программ [1], они не всегда учитывают аспекты индивидуализации процесса оздоровительной тренировки с целью оптимизации ее эффективности, так как в большинстве из них не принимаются во внимание особенности соматотипа занимающихся [2].

Цель исследования: анализ эффективности методики оздоровительной силовой тренировки студентов, занимающихся фитнесом, построенной с учетом индивидуальных особенностей телосложения. В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи: на основе метода анализа и обобщения данных научно-методической литературы выявить научно-теоретические основы силовой подготовки студентов-юношей; разработать методику проведения занятий по силовой подготовке студентов, занимающихся фитнесом, в зависимости от типа телосложения; экспериментально оценить эффективность методики оздоровительной силовой тренировки студентов, построенной с учетом типа телосложения.

Материалы и методы исследования: анализ и обобщение данных научно-методической литературы; антропометрия (оценка соматического типа по эпигастральному углу); педагогические контрольные испытания (тестирование); педагогический эксперимент; методы математической статистики. В педагогическом эксперименте принимали участие студенты мужского пола, не имеющие спортивного разряда, в возрасте от 18 до 23 лет, имеющие стаж занятий в фитнес-клубе от 6 месяцев до 1 года. Педагогический эксперимент проводился на базе фитнес-центра, его длительность составила 12 месяцев. Студенты, принимающие участие в педагогическом эксперименте, были разделены на две группы, по 18 человек в каждой. В контрольной группе тренировочный процесс проводился в соответствии с традиционной программой организации силовых тренировок. Занятия со студентами экспериментальной группы проводились с использованием разработанной экспериментальной методики оздоровительной силовой тренировки, построенной с учетом индивидуальных особенностей телосложения [3].

В предложенной экспериментальной методике основные принципы и методы построения тренировочного процесса подбирались с учетом типологических особенностей строения тела и особенностей развития физических качеств, свойственных представителю каждого типа конституции, программы занятий планировались на основе учета особенностей воздействия нагрузки на организм занимающегося с учетом типа телосложения и имели различия, проявляющиеся в постановке частных задач занятий [4]. Различия в тренировочных занятиях студентов экспериментальной группы, отнесенных к разным соматотипам, заключались в дифференциации направленности и интенсивности применяемых нагрузок на каждом занятии в зависимости от уровня физической подготовленности, опыта предыдущих физкультурно-оздоровительных занятий, функционального состояния и типа телосложения занимающегося. При организации тренировочного процесса испытуемые использовали индивидуальную форму занятий и тренировались самостоятельно после проведения инструктажа, а также им была продемонстрирована техника выполнения предлагаемых упражнений. Планирование тренировочного процесса не предусматривало проведения тренировочных занятий групповым методом.

Экспериментальную и контрольную группы составляли представители трех конституционных типов (астенического, нормостенического, гиперстенического). Средний возраст участников – 20,2 года, средняя масса тела – 87,52 кг, при этом занимающиеся посещали тренажерный зал от 2 до 3 раз в неделю, тренировочные занятия длились 1,5–2 часа.

Результаты исследования и их обсуждение

После проведения начального педагогического тестирования не были выявлены различия в средних значениях исследуемых показателей между экспериментальной и контрольной группами ($p_o > 0,05$) (таблица). После окончания повторного педагогического тестирования практически по всем исследуемым показателям по сравнению с данными, полученными в начале педагогического эксперимента, были отмечены изменения.

Наиболее значимые различия между показателями контрольной и экспериментальной групп отмечаются среди представителей астенического и гиперстенического типов, где во всех тестах данные экспериментальной группы имеют достоверные различия по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы ($p_o < 0,01–0,05$).

У представителей нормостенического типа конституции в трех тестах из семи также отмечаются надежные статистические различия, хотя преимущество представителей экспериментальной группы очевидно во всех показателях, детальный анализ подтверждает подобную тенденцию.

Астенический тип телосложения. В беге на 1000 м в экспериментальной группе показатель улучшился на 1,4 %, а в контрольной группе – на 0,3 %, таким образом, на момент завершения педагогического эксперимента между группами зафиксированы достоверные различия ($p_o < 0,01$). В результате оценки силы мышц рук и плечевого пояса (подтягивание на перекладине) изменения в данных были следующими: в экспериментальной группе показатель повысился на 29,09 %, а в контрольной группе – на 12,5 %, что также позволило достичь статистически значимых различий между показателями контрольной и экспериментальной групп ($p_o < 0,05$). При тестировании силовой выносливости мышц плечевого пояса (сгибание и разгибание рук в упоре лежа) полученные результаты свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 20,8 %, в то время как в контрольной группе – только на 11,8 %, при этом результаты статистического сравнения показали надежные различия между группами ($p_o < 0,01$).

Показатели физической подготовленности студентов с различным типом телосложения до эксперимента

Показатели	Этапы	Астенический тип			Нормостенический тип			Гиперстенический тип		
		ЭГ	КГ	p_o	ЭГ	КГ	p_o	ЭГ	КГ	p_o
		M ± m	M ± m		M ± m	M ± m		M ± m	M ± m	
Бег 1000 м (с)	I	367,2 1,89	366,1 1,63	>0,05	367,2 1,4	368,2 1,47	>0,05	367,2 1,88	366,3 1,29	>0,05
	II	359,1 1,69	364,4 1,55	<0,01	363,5 1,11	365,8 0,89	>0,05	360,7 0,76	366,8 0,81	<0,01
Подтягивания (кол-во раз)	I	6,77 0,27	7,28 0,28	>0,05	9,16 0,25	9,06 0,26	>0,05	6,06 0,28	5,87 0,29	>0,05
	II	8,78 0,54	7,57 0,48	<0,05	11,16 0,55	9,09 0,48	<0,05	7,87 0,57	6,45 0,48	<0,05
Сгибание и разгибание рук (кол-во раз)	I	13,15 0,31	12,47 0,45	>0,05	14,06 0,26	13,08 0,31	>0,05	13,27 0,3	13,05 0,31	>0,05
	II	15,66 0,67	13,56 0,68	<0,01	16,76 0,72	14,07 0,63	<0,01	17,46 0,65	15,08 0,74	<0,01
Подъем в сед (кол-во раз)	I	14,04 0,41	14,46 0,39	>0,05	14,66 ± 0,32	14,76 0,23	>0,05	14,56 0,31	14,48 0,35	>0,05
	II	22,47 0,46	19,37 0,56	<0,05	20,47 0,68	17,07 0,88	<0,05	19,09 0,89	15,26 0,84	<0,01
Прыжок в длину (см)	I	135,05 0,55	134,8 0,57	>0,05	137,28 ± 0,66	136,37 0,56	>0,05	133,08 0,71	132,5 0,67	>0,05
	II	140,76 0,89	137,15 1,12	<0,05	141,08 0,47	139,57 0,97	>0,05	140,15 0,67	135,1 0,98	<0,05
Бег 100 м (с)	I	20,08 0,38	20,35 0,35	>0,05	20,39 ± 0,24	20,56 0,23	>0,05	21,68 0,26	21,47 0,23	>0,05
	II	17,08 0,54	19,35 0,62	<0,05	19,08 0,68	20,38 0,81	>0,05	17,07 0,68	19,76 0,72	<0,01
Проба Ромберга (с)	I	10,47 0,77	10,58 0,56	>0,05	9,59 ± 0,46	9,36 0,48	>0,05	9,05 0,56	9,39 0,56	>0,05
	II	14,76 0,73	13,16 0,75	<0,01	12,87 0,83	11,76 0,78	>0,05	14,05 0,79	12,65 0,79	<0,05

По результатам исследования силовой выносливости мышц брюшного пресса (подъем из положения лежа в положение сидя) экспериментальная группа продемонстрировала увеличение показателя на 45,4%, контрольная группа в том же упражнении увеличила свой показатель на 29,7%, что позволило зафиксировать достоверные различия между показателями двух групп ($p_o < 0,05$). Изменения у занимающихся, выявленные в результате тестирования уровня развития скоростно-силовых качеств (прыжок в длину с места), свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 4,8%, а в контрольной группе – только на 1,7%, и в отличие от начального тестирования между результатами контрольной и экспериментальной группы зафиксированы надежные статистические различия ($p_o < 0,05$). В беге на 100 м экспериментальная группа улучшила свой показатель на 24,0%, в контрольной группе показатель улучшился только на 6,9%, это также обеспечило статистически значимое преимущество экспериментальной группы на итоговом этапе проведения педагогического эксперимента ($p_o < 0,05$). После проведения теста Ромберга нами были получены результаты, свидетельствовавшие о том, что экспериментальная группа увеличила показатель на 28%, а контрольная группа – на 16,5%, и различия между группами, в отличие от первого этапа тестирования, стали достоверными ($p_o < 0,01$).

Нормостенический тип телосложения. По результатам оценки общей выносливости испытуемых нормостенического типа телосложения (бег 1000 м, с) следует отметить, что в экспериментальной группе данный показатель улучшился на 1,6%, а в контрольной группе – на 0,6%, однако достоверные различия между показателями групп не достигнуты ($p_o > 0,05$). В результате оценки силы мышц рук и плечевого пояса (тест «подтягивания на перекладине») отмечены следующие изменения: в экспериментальной группе показатель повысился на 22,1%, а в контрольной группе – на 8,4%, что обусловило наличие надежных статистических различий между группами ($p_o < 0,05$). При тестировании силовой выносливости мышц плечевого пояса (сгиба-

ние и разгибание рук в упоре лежа) полученные результаты свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 22%, в то время как в контрольной группе – лишь на 12,8%, подобное преимущество экспериментальной группы отражено и в результатах статистических сравнений ($p_o < 0,01$). Во втором тесте экспериментальная группа продемонстрировала увеличение показателя силовой выносливости на 36,4%, контрольная группа в том же упражнении увеличила свой показатель на 15,9%, так же как и в предыдущем тесте, различия носят статистически значимый характер ($p_o < 0,05$). В трех следующих тестах между группами не удалось установить достоверных различий ($p_o > 0,05$). Однако изменения у занимающихся, выявленные в результате тестирования скоростно-силовых качеств (прыжок в длину с места), свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 4,5%, в контрольной группе – на 1,6%. Анализируя изменения показателей в беге на 100 м, следует отметить, что экспериментальная группа улучшила свои результаты на 32,5%, в контрольной группе показатель улучшился только на 14,9%. После проведения теста Ромберга были получены результаты, свидетельствующие о том, что экспериментальная группа увеличила показатель пробы на 34,3%, а контрольная группа повысила свои исходные показатели на 23,4%.

Гиперстенический тип телосложения. В беге на 1000 м в экспериментальной группе показатель улучшился на 2,9%, а в контрольной группе – только на 0,3%, в итоге между показателями групп установились достоверные различия ($p_o < 0,01$). В результате оценки силы мышц рук и плечевого пояса (подтягивания на перекладине) изменения были следующими: в экспериментальной группе показатель повысился на 28,1%, а в контрольной группе – на 11,3%, что также обеспечило надежные различия средних арифметических величин ($p_o < 0,05$). При тестировании силовой выносливости полученные результаты свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 18,8%, в то время как в контрольной группе – только на 9,6%, в итоге экспериментальная группа на статистически значимом уровне стала превосходить по данному показателю контрольную ($p_o < 0,01$). По результатам исследования силовой выносливости мышц брюшного пресса (подъем из положения лежа в положение сидя) экспериментальная группа продемонстрировала увеличение показателя на 22,8%, контрольная группа в том же упражнении увеличила свой показатель на 10,4%, так же как и в предыдущем тесте, между группами отмечены достоверные различия ($p_o < 0,01$). Изменения у занимающихся, выявленные в результате тестирования скоростно-силовых способностей (прыжок в длину с места), свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе показатель увеличился на 2,8%, в контрольной группе – на 1,8%, различия средних арифметических значений стали достоверными ($p_o < 0,05$). В беге на 100 м экспериментальная группа улучшила свой показатель на 12,4%, в контрольной группе показатель улучшился только на 4,4%, в итоге обнаружены надежные различия выборочных данных ($p_o < 0,01$). После проведения теста Ромберга нами были получены результаты, свидетельствовавшие о том, что экспериментальная группа увеличила показатель на 23,4%, а контрольная группа – на 15,1%, т.е. по данному показателю также установлены достоверные различия между данными контрольной и экспериментальной групп ($p_o < 0,05$).

Принимая во внимание вышеизложенные факты, мы сделали вывод о том, что методика оздоровительной силовой тренировки студентов, построенная с учетом соматотипов занимающихся, является эффективной для реализации целей по улучшению уровня физической подготовленности. Разработаны практические рекомендации по организации процесса оздоровительной силовой тренировки студентов-юношей.

Выводы

Экспериментальная методика оздоровительной силовой тренировки, предложенная в исследовании, разработанная с учетом индивидуального и дифференцированного подходов в зависимости от типов телосложения, показала свою эффективность, о чем свидетельствуют данные, полученные в проведенном педагогическом эксперименте. Они позволяют судить о положительном влиянии оздоровительной силовой тренировки на уровень физической подготовленности студентов экспериментальной группы. Анализ результатов педагогического эксперимента, в процессе которого велась апробация экспериментальной методики оздоровительной силовой тренировки, направленной на совершенствование уровня физической подготовленности по исследуемым показателям, позволил сделать вывод, что наиболее значительный прирост изучаемых показателей произошел у студентов экспериментальной группы.

Дифференцировка содержания экспериментальной методики обусловливается особенностями морфотипа занимающихся

и учитывает ряд следующих оснований: типы занятий, характер применяемых нагрузок, количество занятий в неделю, продолжительность 1 занятия, количество повторений, параметры интенсивности, направленность применяемых средств (упражнения силовой направленности, упражнения аэробной направленности, стретчинг). Отличительной особенностью методики является дифференцировка частных задач занятия: для представителей астенического типа – преимущественное совершенствование максимальной силы по экстенсивному варианту; для занимающихся с нормостеническим типом конституции – увеличение максимальной силы по интенсивному варианту методики; для занимающихся гиперстенического типа – планируются занятия катаболической направленности (за счет уменьшения доли жирового компонента), предусматривается также и совершенствование силовой выносливости (статической и динамической). Кроме того, астеникам преимущественно рекомендовались ординарные интервалы отдыха, большее количество силовых упражнений, использование элементов тренировки по системе «пирамида», субмаксимальные веса, преимущественно в заключительных подходах, принципы пикового сокращения и форсированных повторений.

Чтобы обеспечить достаточный оздоровительный эффект занятий, тренировочные программы должны составляться с учетом уровня физической подготовленности, учитывать специфику частных задач (дифференцированных с учетом соматотипа). Независимо от морфотипа занимающихся, учитывая положения теории о моторно-висцеральных и висцеро-моторных отношениях, рекомендуется планировать достаточное количество упражнений аэробной и координационной направленности, элементы стретчинга, так как именно посредством данного сочетания применяемых средств будет обеспечен достаточный здоровьеформирующий эффект за счет высокого уровня капилляризации и кислородтранспортных возможностей, резервных возможностей респираторной системы, профилактики травматизма путем повышения эластичных свойств мышечно-связочного аппарата [5]. Таким образом, использование педагогических технологий, которые включают в себя оптимальные тренировочные режимы, основанные на природосообразном и дифференцированном подходах, учете индивидуальных особенностей физического развития, позволяет повысить эффективность процесса оздоровительной силовой тренировки.

Список литературы

1. Волков Л.А. Взаимосвязь мотивов занятий физической культурой и психофизической подготовленности студентов вузов // Теория и практика физической культуры. 2020. № 4. С. 98.

2. Минникаева Н.В., Жуков Р.С., Сименюк Г.Ю., Печерина О.В. Влияние занятий оздоровительной гимнастикой на физическое состояние женщин зрелого возраста // Теория и практика физической культуры. 2020. № 10. С. 6–8.

3. Казак К.Б. Взаимосвязь показателей тренированности с некоторыми особенностями организма тяжелоатлетов // Теория и практика физической культуры. 2011. № 12. С. 57.

4. Поляков В.А. Индивидуальные особенности тяжелоатлетов и их проявление в соревнованиях // Тяжелая атлетика: Ежегодник. М.: Физкультура и спорт, 2013. С. 31–34.

5. Смирнов Ю.А. Атлетизм как средство физического воспитания студентов вузов. автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2008. 23 с.

УДК 378.1

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ИНТЕРЕСА К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ У БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Казанцева Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: kazantsevaej@tyuiu.ru

Статья посвящена актуальной педагогической проблеме – развитию познавательной активности в химической подготовке будущих инженеров. Сегодня, как никогда, нашему обществу нужен культурный, образованный человек, способный творчески мыслить и трудиться. Именно в процессе учебной деятельности у обучающихся формируется мотивационная сфера и развивается познавательный интерес. На основе трудов методистов-химиков показан эволюционный путь развития познавательной активности и связанных с ней мотивов изучения предмета, начиная с 1920-х гг. Названы ведущие ученые, которые внесли значительный вклад в развитие понятия «познавательная активность» и исследовали активность личности в образовательной среде. Показана суть процесса активизации познавательной деятельности обучающихся. Рассмотрен один из способов решения проблемы мотивации к обучению – прием так называемых перспективных линий. В статье значительное место отведено организации на занятиях различных видов учебной деятельности, таких как проведение химического эксперимента и решение задач производственного характера. Раскрыта роль и использование активных форм обучения – лекций, зачетов, дидактических игр. В заключение сделаны выводы об эффективных мерах в развитии познавательного интереса обучающихся к химии, а также о необходимости дальнейшего изучения природы познавательной активности.

Ключевые слова: познавательная активность, интерес, личность, учебная деятельность, мотивация, исследование

DEVELOPMENT OF COGNITIVE ACTIVITY AND INTEREST IN STUDYING CHEMISTRY IN FUTURE ENGINEERS

Kazantseva E.Yu.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: kazantsevaej@tyuiu.ru

The article is devoted to the actual pedagogical problem-the development of cognitive activity in the chemical training of future engineers. Today, more than ever, our society needs a cultured, educated person who is able to think and work creatively. It is in the process of learning activities that students form a motivational sphere and develop cognitive interest. Based on the works of methodist chemists, the evolutionary path of the development of cognitive activity and related motives for studying the subject, starting from the 20s of the twentieth century, is shown. The leading scientists who made a significant contribution to the development of the concept of «cognitive activity» and studied the activity of the individual in the educational environment are named. The essence of the process of activating the cognitive activity of students is shown. One of the ways to solve the problem of motivation to learn is considered – the use of the so-called perspective lines. In the article, a significant place is given to the organization of various types of educational activities in the classroom, such as conducting a chemical experiment and solving industrial problems. The role and use of active forms of learning – lectures, tests, and didactic games-are revealed. In conclusion, conclusions are drawn about effective measures in the development of students ' cognitive interest in chemistry, as well as the need for further study of the nature of cognitive activity.

Keywords: cognitive activity, interest, personality, learning activities, motivation, research

На современном этапе процесс преподавания химии в вузе претерпевает значительные изменения: идет активный поиск путей его перестройки с целью интенсификации процесса изучения современной химической науки, развитие у обучающихся творческих особенностей и интереса к предмету. Для этого разрабатываются педагогические системы, в которых целенаправленно развиваются творческие, познавательные способности студентов к получению новых знаний и применение их в будущей профессиональной деятельности [1]. Педагогический опыт автора в вузе на протяжении более 30 лет позволяет утверждать, что формирование и развитие познавательных способностей обеспечивают методы и приемы, помогающие обучающимся активно участвовать в учебном процессе, получать удовлетворение от своей деятельности, развивать самостоятельность и творческую активность.

Целью данного исследования является изучение познавательной активности при обучении химии, а также выявление эффективных методов и форм работы с обучающимися, способствующих формированию познавательного интереса.

Материалы и методы исследования

Познавательная деятельность обучающихся формируется в результате целенаправленной педагогической работы и умелого педагогического сопровождения. Проблема развития познавательной активности не является совершенно новой психолого-педагогической теорией. В разное время этим занимались и продолжают заниматься многие ученые-методисты. В целях

получения объективных и достоверных результатов использован теоретический метод исследования, а именно метод работы с литературными источниками. Выделены условные периоды развития познавательной активности. Интегрирован накопленный педагогический опыт, в том числе и личный опыт обучения химическим дисциплинам будущих инженеров.

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что успех обучения достигается сочетанием трех составляющих и отвечающих на вопросы: кого и для чего учат? Кто учит? Чему и как учат? Рассмотрим с этих позиций место содержания и процесс обучения химии в высшей школе. Будущий инженер должен обладать знаниями, навыками и умениями, необходимыми для вступления в жизнь в качестве активной, способной к выбору последующей трудовой деятельности личности [2]. При этом возникает вопрос: все ли знания, которые сейчас должен получить выпускник, достаточны для этого? И как заинтересовать обучающегося? Химия как одна из естественных дисциплин занимает особое место. Она изучает процессы крупномасштабного промышленного производства с присущими им закономерностями.

Развитие интереса обучающихся к предмету химия, их познавательной активности – важнейшая задача вуза. В психолого-педагогической литературе этому вопросу уделено большое внимание, и данный вопрос занимал различное место в истории методики преподавания химической дисциплины. Многие методы и формы обучения, опровергнутые в прошлом, в настоящее время приобретают новое значение, а именно необходимость связи обучения с жизнью, с новыми достижениями в науке и технике. Так Д.И. Менделеев писал: «… ныне уже невозможно говорить о знании, не имея в виду так называемых его приложений или практических сведений… в этом отношении люди, не зараженные предрассудками, вернее понимают предмет, когда требуют от науки более жизненной полезности, чем им дает одно литературно-классическое направление».

В русской методике химии начала XX в. были сформулированы воспитательные задачи преподавания предмета. Предмет химии изучался в прикладном аспекте и занимал незначительное место в обучении. В данный период времени сменилось несколько систем от Дальтон-плана до метода проектов [3]. Советские авторы связывали обучение с жизнью, развивали практическую деятельность. Несостоятельность проектной системы в том, что она переместила перспективу в обучении из области познания основ науки в область общественно полезной работы. При этом цель изучения производственных процессов полностью не была достигнута.

В 1920–1930-е гг. полагалось, что такие педагогические категории, как активность и самостоятельность, определяют отношение обучающегося к учению (Н.К. Крупская, А.С. Макаренко). В 1940–1960-е гг. педагоги-исследователи (Н.А. Половникова, М.А. Данилов и др.) средствами развития положительного отношения к учебе рассматривали стимулы (проблемное обучение, творческие и исследовательские работы). Многие ученые исследовали активность личности в единстве с эмоциональной и интеллектуальной сферами.

Ведущее место в изучении проблемы познавательного интереса занимают работы Г.И. Щукиной. Автор отмечает, что сущность познавательного интереса заключается в том, что он обращен не только к содержанию данной предметной области с ее специфическими свойствами, но и процессу добывания знаний, то есть к процессу познавательной деятельности [4].

Следовательно, к концу 1960-х гг. наметились различия в осмыслении сущности познавательной активности. Многие исследователи придерживались двух крайних точек зрения: познавательная активность как деятельность и как черта личности. В 1970–1990-е гг., по мнению ученых, реализация потребностей приводит к развитию личности через «активизацию познавательной деятельности» [5]. Для включения обучающегося в осмысленное учение на личностно-социальном уровне активности создаются психолого-педагогические условия.

Новое тысячелетие отмечается всплеском исследовательского интереса к проблеме познавательной активности. Так, многие известные методисты-химики (М.С. Пак, Н.Е. Кузнецова, М.В. Горский, О.Г. Ярошенко, И.М. Титова, Н.П. Безрукова, Н.М. Вострикова, Н.Н. Двуличанская, М.Д. Ильязова, А.В. Енин и др.) считают, что для качественного изменения познавательной активности необходимо обеспечить становление внутренних побудительных основ личности – познавательных мотивов, а именно формирование устойчивого интереса к химии через специфику предметного содержания; развитие внутренней мотивации при изучении предмета [6]. Следует отметить, что проблема развития познавательной активности в обучении хи-

мии не раскрыта в достаточной степени, а именно не сформировано целостное видение процесса развития познавательной активности как свойство личности в обучении предмета [7]. И связано это, по мнению автора, с тем, что у каждой личности существуют свои собственные цели, интересы и потребности в образовании. Задача педагога – предоставить возможность проявить в полной мере эти качества.

Вызвать интерес к предмету – одно из условий успешного обучения. Казалось бы, что может быть интересней, чем занимательный опыт? Часто обучающиеся с удовольствием наблюдают за проведением химического эксперимента, а к предмету не проявляют значимого интереса. Каким образом вызвать интерес к предмету? Одним из способов решения проблемы мотивации к обучению служит поиск разнообразных педагогических приемов. Один из таких приемов – прием так называемых перспективных линий (убеждения). Данный прием состоит в организации учебной работы и убеждении обучающихся в возможности достичь планируемых результатов обучения. При этом неоднократно повторяется, что «все могут хорошо изучить учебный материал и получить положительные оценки», «обучающийся с хорошими знаниями будет освобожден от зачета или экзамена» и т.п. Метод убеждения является приоритетным при проведении занятий. Автор считает, что вести оппонента к конечному согласию необходимо небольшими логическими шагами, формулируя отдельную мысль вопросом «Согласны ли вы с тем, что…». На каждый из таких вопросов нужно получить согласие собеседника. Соглашаясь с каждым шагом доказательства, он постепенно приходит вместе с вами к тем же выводам. При этом следует придерживаться таких основных условий действенности метода убеждения, как:

– готовность и умение педагога отвечать на все вопросы;

– педагогический такт;

– умение располагать к себе собеседника;

– умелое разъяснение научных терминов и определений;

– ясность, наглядность разъяснений и доказательств;

– связь примеров и явлений с практической деятельностью.

Широкие возможности для усиления познавательного интереса создают организация и чередование на занятиях различных видов учебной деятельности: проведение эксперимента, решение химических задач, работа с учебной литературой. Для вовлечения студентов в различные виды учебной деятельности составляются задания, например, на цепочки превращений. При этом повторяем типы химических реакций, свойства и способы получения веществ. Автор часто применяет тестовые задания. Они позволяют быстро опросить обучающихся и проверить их ответы. Для повышения познавательного интереса к химии имеет смысл в предлагаемые задания включать интересную информацию научного производственного характера. Приведем примеры таких задач.

Двум группам студентов были предложены однотипные задачи, но с измененным содержанием. Вариант I содержал обычные задачи, вариант II – задачи с дополнительной познавательной информацией. Вариант I: Уравнять методом электронно-ионного баланса реакцию восстановления хлорида меди ($CuCl_2$) формальдегидом (CH_2O), который окисляется до воды и водорода (среда щелочная). Вариант II: Для изготовления печатных схем при металлизации пластмасс применяют химическое меднение. Получение металлического покрытия можно провести методом химического восстановления соли меди, например, $CuCl_2$ формальдегидом (CH_2O) который окисляется до воды и водорода. Уравняйте реакцию методом электронно-ионного баланса, укажите пути ускорения реакции. К каким экологическим последствиям приведет данный процесс? Предложите другие восстановители.

Задачу первого варианта студенты решали без видимого интереса, а задачу второго варианта – с явным удовольствием и интересом.

Большое внимание уделяется химическому эксперименту, который является основным источником знаний о химической реакции и химическом веществе [8]. Эксперименты пробуждают любознательность, привлекают внимание окружающих и надолго оставляют сильные впечатления. При ярких демонстрациях у обучающихся появляются благоприятствующие усвоению материала эмоции [9].

В качестве примера приведем химический эксперимент по теме «Коррозия алюминия на воздухе и в воде». Обучающиеся на основании положения элементов в электрохимическом ряду напряжения делают вывод о том, что алюминий по своим химическим свойствам принадлежит к активным металлам и на воздухе легко окисляется. Для того чтобы алюминий окислялся, с его поверхности необходимо снять защитную оксидную пленку. В подтверждение сказанного проводится опыт: алюминиевую пластинку сначала опускают в раствор щелочи, а затем в раствор закисной рту-

ти ($Hg_2(NO_3)_2$). Осушив фильтровальной бумагой, пластинку оставляют на воздухе. Начинается энергичное окисление металла, и на глазах студентов на алюминии появляется белая рыхлая масса гидроксида алюминия. Она осыпается и снова нарастает [10]. Нужно видеть ту радость, которую испытывают обучающиеся, если опыт удается. Студенты в процессе проведения эксперимента самостоятельно добывают знания, знакомятся с методами исследования, при этом интерес к обучению повышается.

От выбора формы организации работы на занятии, от приема и метода, которые использует педагог при обучении, во многом зависит успешность изучения предмета. Чтобы процесс обучения был успешным, студенты должны успевать на каждом занятии. Другими словами, чтобы вызвать интерес ребят к изучаемому предмету, нужно включать в учебный процесс активные формы обучения: лекции, семинары, зачеты, консультации, коллоквиумы, дидактические игры. На лекциях и семинарских занятиях не только идет объяснение изучаемого материала, но и формируется коллективная работа студентов. Применяется изложение теории «блоками», при этом используется двукратное объяснение, сначала в форме лекции с демонстрацией опытов, затем кратно, с вычленением наиболее важного материала. Все лекции являются проблемными. Например, при изучении темы «Электролиз растворов и расплавов», обучающимся предлагаются проблемные вопросы:

1. Что произойдет, если в раствор или расплав электролита опустить электроды, которые присоединены к постоянному источнику электрического тока?

2. Можно ли считать водород, полученный электролизом воды, экологически чистым топливом?

3. Известно, что очистку производственных сточных вод проводят электродиализом. Применим ли данный метод для очистки морской воды?

Использование проблемных лекций обеспечивает развитие познавательного интереса к содержанию предмета, профессиональную мотивацию. Содержание лекции отрабатывается на последующих семинарских занятиях. И для более рациональной организации работы ребят автор предлагает им не одно дифференцированное по степени сложности задание, а выполнение и последующее обсуждение разных заданий.

Часто в своей практике на занятиях по химии автор использует проведение устного зачета. При проведении зачета следует выявлять у обучающихся умение применять знания в нестандартных ситуациях, творчески. Зачет можно проводить по-разному. Один из вариантов – семинар-зачет, который обычно проводится после изучения отдельного раздела учебного курса. На семинаре-зачете проверка глубины и прочности знаний и умений обучающихся сочетается с индивидуальным подходом к ним. В организации данного процесса ориентируемся на введение трех стандартов: обязательный уровень подготовки (предлагаются контрольные вопросы по теме); уровень повышенной подготовки (сложные задания) и уровень углубленного изучения предмета (кейс-задания). В условиях дифференциации студент сам выбирает ту образовательную траекторию, которая ему наиболее близка. К такому выбору заданий обучающихся надо готовить, советовать, какое задание выбрать, а зависеть это будет от имеющихся способностей, интересов и склонностей студентов.

Для подготовки к зачету предлагаются домашние задания, аналогичные тем, которые будут предложены на занятии. Беседа проходит в энергичном темпе – это значит, что вся группа следит за ответом товарища, внимательно слушает его и каждый студент готов включиться в продолжение ответа, привести пример, исправить неточности, дополнить ответ интересными сведениями. В конце занятия делается обобщение по всем рассмотренным вопросам. Преподаватель обязательно должен комментировать ответы обучающихся при подведении итогов.

Выполнение разных вариантов заданий, решение задач несколькими способами, работа с учебной и дополнительной литературой – все это развивает творческое мышление обучающихся и воспитывает их познавательную активность в учебном процессе.

Хотелось бы остановиться и на такой форме обучения, как дидактическая игра. При проведении такого занятия группа разбивается на две подгруппы. Например, первая группа – «инженеры-технологи», а вторая – «руководители». Так, при проведении игры на тему «Пластмассы» инженерам предлагается привести примеры пластмасс и их получения, а руководителям – назвать предприятия по их производству. Изучение пластмасс сопровождается рассмотрением набора их образцов. Студенты узнают о свойствах пластмасс, а затем им необходимо оценить эти свойства с точки зрения применения. Многие, называя области возможного использования полимеров, указывают только на их экономические преимущества. Серией наводящих вопросов

удается подвести обучающихся к пониманию эстетического значения этих свойств. В ходе работы выясняется, что гидрофобность и способность прочно прилегать к поверхностям, можно использовать для защиты разных объектов от влаги и разрушения, а способность хорошо окрашиваться и сохранять цвет – для внутренней и внешней отделки зданий.

Деловая игра должна проводиться под девизом «Как можно больше свободы». Пусть обучающиеся ошибаются, но учатся отстаивать свое мнение. Важна не форма игры, важно, чтобы участники проявляли творческую активность, привыкали критически относиться к получаемой информации и аргументировали свою позицию. По окончании занятия целесообразно подвести итог, а именно кратко повторить суть обсуждаемых проблем и решений, отметить наиболее оригинальные выступления. И здесь автор ставит главные задачи: привить ребятам любовь к предмету, дать прочные знания, пробудить у них интерес к эксперименту, творчеству. При работе со студентами всегда преследуется цель научить их мыслить, логически рассуждать, нестандартно решать задачи. Считаю, что использование активных форм обучения способствует развитию познавательной активности и интереса обучающихся к химии, их профессиональному самоопределению. В дальнейшем планируется продолжить изучение данной тематики.

Заключение

Как показало исследование и работа с литературными источниками, научные положения ученых являются основополагающими в изучении природы познавательной активности. Работы химиков-методистов послужили и продолжают служить фундаментом для исследований. Следуя анализу педагогического опыта, а также собственного вузовского опыта автора, развитие познавательной активности обучающихся при изучении химии станет наиболее эффективным, если педагог будет уделять большое внимание использованию элементов проблемного обучения, организовывать экспериментальную деятельность студентов и создавать «ситуацию успеха» для каждого обучающегося. Необходимо продолжать формировать в образовательной среде интерес к процессу познания, к способам поиска и применения информации. Выпускники должны владеть навыками аналитического подхода к обучению, а роль педагога – помочь увидеть и раскрыть эти способности и таланты.

Список литературы

1. Вострикова Н.М., Безрукова Н.П. О введении методологических знаний в фундаментальную подготовку бакалавров – будущих инженеров // Высшее образование сегодня. 2014. Т. 17. № 8. С. 342–347.

2. Двуличанская Н.Н. Роль естественнонаучного образования в повышении профессиональной компетентности будущих специалистов технического профиля // Наука и образование. 2011. Вып. 1.

3. Дусавицкий А.К. Развитие личности в учебной деятельности. М.: Дом педагогики, 1996. 296 с.

4. Щукина Г.И. Проблема познавательного интереса в педагогике. М.: Педагогика, 2011. 350 с.

5. Чибаков А.С. Исследование развития познавательной активности учащихся в условиях среднего профессионального образования // Научный диалог. 2016. № 4 (52). С. 395–408.

6. Пак М.С. Дидактика химии: учебник для студентов вузов. 2-е изд., перераб., доп. СПб.: ООО Трио, 2012. 457 с.

7. Плигин А.А., Гаврилова Е.Э., Тишкина Е.М. Учебно-методическое пособие к курсу «Учись учиться». М.: 11-й формат, 2013. 174 с.

8. Сечко О.И., Василевская Е.И. Реализация внутрипредметных связей при изучении химии в системе школа – довузовское обучение – высшее образование // Новое в методике преподавания химических и экологических дисциплин: материалы международной научно-практической конференции (Брест, 20–22 ноября 2012 г.). Брест: Издательство БрГТУ, 2012. С. 218–222.

9. Казанцева Е.Ю. Химический эксперимент в техническом вузе // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 10. С. 182–186.

10. Берлина О.В., Полещук И.Н., Казанцева Е.Ю. Окислительно-восстановительные процессы: практикум по курсу «Химия» для студентов направлений: 270800.62 «Строительство», 080100.62 «Экономика» очной и заочной форм обучения. Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2013. 95 с.

УДК 37.04

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ

[1]Козлов С.В., [2]Быков А.А.

[1]ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;

[2]Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленск, e-mail: alex1by@mail.ru

В статье обсуждаются основные направления применения методов математического моделирования в образовательном процессе. Авторами рассматриваются адаптивные инструменты моделирования, которые позволяют реализовать принципы индивидуального процесса обучения. Для этого предлагается использовать возможности программного комплекса «Advanced Tester» для диагностики уровня учебных достижений школьников. Данный программный модуль основан на методологии соответствия Галуа и математическом аппарате импликативных матриц, которые позволяют моделировать индивидуальные траектории обучения оптимальным образом. Для проверки эффективности на практике был выбран предметный материал школьных курсов физики и информатики. С одной стороны, это обусловлено тем, что авторам необходимо выявить на практике специфику применения данного подхода. А с другой стороны, обосновать инвариантность методологии соответствия Галуа относительно предметной области. Апробация проводится на двух независимых выборках обучаемых в Смоленском физико-математическом лицее при МИФИ и физико-математической школе при Смоленском государственном университете. Выводы авторов находят свое отражение в результатах экспериментальной деятельности, анализ которых свидетельствует об эффективности применения методологии соответствия Галуа для диагностики знаний школьников. Актуальность статьи связана с возможностью реализации индивидуальных запросов учащихся в рамках группового школьного обучения с помощью методов математического моделирования учебных ситуаций.

Ключевые слова: диагностика, образовательный процесс, математическое моделирование, соответствие Галуа, информационно-коммуникационные технологии, автоматизированные системы обучения

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING METHODS FOR DIAGNOSING KNOWLEDGE OF SCHOOLCHILDREN

[1]Kozlov S.V., [2]Bykov A.A.

[1]Smolensk State University, Smolensk, e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;

[2]Branch of National Research University «MPEI», Smolensk, e-mail: alex1by@mail.ru

The article discusses the main areas of application of methods of mathematical modeling in the educational process. The authors consider adaptive modeling tools that make it possible to implement the principles of an individual learning process. For this, it is proposed to use the capabilities of the «Advanced Tester» software package to diagnose the level of educational achievements of schoolchildren. This software module is based on the Galois correspondence methodology and the mathematical apparatus of implicative matrices, which allow you to simulate individual learning paths in an optimal way. To test the effectiveness in practice, the subject material of school physics and computer science courses was selected. On the one hand, this is due to the fact that the authors need to identify in practice the specifics of the application of this approach. On the other hand, to substantiate the invariance of the Galois correspondence methodology with respect to the subject area. Approbation is carried out on two independent samples of students at the Smolensk Physics and Mathematics Lyceum at MEPhI and the Physics and Mathematics School at Smolensk State University. The conclusions of the authors are reflected in the results of experimental activities, the analysis of which testifies to the effectiveness of the application of the Galois correspondence methodology for diagnosing the knowledge of schoolchildren. The relevance of the article is associated with the possibility of realizing individual requests of students within the framework of group school teaching using methods of mathematical modeling of educational situations.

Keywords: diagnostics, educational process, mathematical modeling, compliance of Galois, information and communication technologies, automated training systems

Система образования современной школы подразумевает непрерывный и всесторонний мониторинг всех составляющих ее процессов. Без внимания не должны обходиться ни основные, ни вспомогательные процессы образовательной деятельности всякого учебного заведения [1, 2]. При этом, естественно, особое внимание должно быть уделено собственно процессам обучения школьников всем учебным дисциплинам. Ввиду этого в учебном процессе необходимо использовать такие методы и средства, которые будут отвечать принципам эффективности и инвариантности их применения.

В качестве таковых функциональных инструментов можно внедрять методологии, основой которых служат методы математического моделирования различных ситуаций [3, 4]. При этом целесообразно подбирать и применять те из них, которые позволяют достигать поставленных целей на заданном временном отрезке. Иными

словами, они должны выступать средством технологий обучения. Кроме того, ввиду общего направления развития образовательной сферы на цифровизацию ряда учебных процессов они должны отвечать требованиям использования информационно-коммуникационных технологий в школе.

Таким образом, необходимо, чтобы используемые методы математического моделирования выполняли функцию анализа сложившейся ситуации с известными и прогнозируемыми характеристиками. Это необходимо для принятия взвешенных оптимальных решений в режиме реального времени. Только такой подход позволит осуществить в обучении школьников в контексте непрерывного роста изучаемой информации достижение поставленных образовательных целей.

Методы математического моделирования широки и многообразны. Одни из них служат универсальным средством моделирования [5, 6], другие востребованы лишь в определенных случаях, отвечающих заданным параметрам исследования [7, 8]. Так, в ситуации диагностики знаний школьников могут быть применены те и другие методы. В то же время, безусловно, наиболее востребованы те из них, которые эффективно работают в условиях многофакторности проводимого анализа. Одним из таких подходов является использование методологии соответствия Галуа и математического аппарата импликативных матриц для мониторинга различного рода учебных ситуаций на всем протяжении учебного процесса в целом и в целях диагностики в частности.

Цель исследования – описание и анализ применения возможностей программного комплекса «Advanced Tester» как инструмента математического моделирования для диагностики знаний школьников в условиях цифровизации системы образования.

Научная новизна состоит в использовании в работе программного комплекса «Advanced Tester» для диагностики знаний школьников с помощью средств математического моделирования при организации индивидуального обучения.

Материалы и методы исследования

Диагностика учебных достижений является важным фактором как в определении целей дальнейшего обучения школьника, так и возможностей развития его способностей оптимальным образом. Своевременно оцененный уровень знаний школьника способствует наиболее точному формированию индивидуальных и групповых траекторий обучения, выбору необходимых средств и методов обучения. При этом следует подчеркнуть, что диагностика должна проводиться непрерывно на протяжении всего процесса обучения. Только в этом случае это позволит вовремя вносить при необходимости коррективы в учебный процесс, осуществляя, таким образом, его мобильность в условиях массового обучения в школе.

Теоретико-методологической основой исследования служат, с одной стороны, системный подход к организации учебно-воспитательного процесса и концепции педагогического проектирования, вопросами которых занимались Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, З.И. Калмыкова, В.В. Краевский, М.В. Кларин, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, Н.А. Менчинская, И.С. Якиманская и др. С другой стороны, общая теория диагностических методов и концепции информатизации образования, проблемы которых решали С.А. Бешенков, Дж. Гласс, С.П. Грушевский, К.М. Гуревич, К.К. Колин, К.А. Краснянская, Б.В. Кулагин, Дж. Стенли, Е.А. Ракитина, И.В. Роберт и др.

Совокупность данных подходов является фундаментальной основой развития знаний и умений школьников с использованием возможностей информационно-коммуникационных технологий как средства цифровизации образовательной сферы. При этом для анализа уровня усвоения знаний учащихся целесообразно применять методы математического моделирования. В частности, определение ключевых факторов и латентных параметров ведения образовательной деятельности можно эффективно осуществлять с помощью методологии соответствия Галуа [9, 10] и импликативных матриц [11, 12] при принятии основополагающих решений с помощью автоматизированных программных комплексов.

Так, в контексте непрерывного мониторинга образовательной деятельности в рамках учебного процесса должна осуществляться диагностическая работа. Ее систематическое проведение невозможно без использования средств моделирования текущей ситуации и прогнозирования ее развития. В рамках проведения текущего исследования для этого использовалась методология соответствия Галуа. Она позволяет с помощью математического анализа совокупности текущих показателей выявить структурные элементы, которые оказывают существенное влияние на функционирование системы в целом либо играют решающую роль в поведении отдельных ее частей. Данная методология применялась для диагностирования знаний и умений школьников и организации их дальнейшего

обучения в малых группах с вариативным составом с использованием инструментов специально разработанной для этого информационной системы «Advanced Tester» [13].

Исследование заключалось в следующем. Была выдвинута гипотеза исследования, что применение специальных методов математического моделирования с использованием автоматизированных программных комплексов для анализа уровня знаний школьников будет способствовать повышению качества их обучения. Для этого необходима текущая диагностика учебных достижений, которые могут в различной степени оказывать влияние на учебный процесс. На подготовительном этапе в среде автоматизированной информационной системы «Advanced Tester» были созданы графовые модели учебного материала по двум предметам естественнонаучного цикла дисциплин физики и информатики. Выбор учебных предметов должен был продемонстрировать инвариантность используемых методов соответствия Галуа от содержания предмета изучения в школе.

Затем был создан банк заданий различной формы и степени сложности и сопоставлен с полученными графовыми моделями и изучаемым содержанием учебных дисциплин. В системе «Advanced Tester» был сгенерирован набор тестов для входной диагностики школьников по двум предметам, а также предложены унифицированные анкеты для оценки индивидуальных запросов школьников. Дальнейшее обучение осуществлялось в соответствии с планом предметного обучения. Материал изучаемых по физике и информатике разделов был разбит на логические блоки, после каждого из которых проводилась диагностика знаний и умений школьников. Обучение, построенное таким образом, проходило в течение месяца и включало по четыре блока учебного материала в каждой дисциплине. По завершении изучения отведенных под эксперимент разделов была проведена итоговая диагностическая работа.

Особенность обучения состояла в том, что на формирование общей стратегии учебного процесса существенным образом влияло распределение обучаемых школьников по группам. Это определялось тем, что в рамках текущего изучения материала каждого блока с помощью средств автоматизированной информационной системы на основе соответствия Галуа проводилось исследование учебных достижений школьников, своевременный контроль которых оказывает существенное влияние на формирование стратегии дальнейшего обучения учащегося. Анализ проводился по разным наборам показателей с помощью математического аппарата импликативных матриц. Это позволяло выявить параметры генеральной совокупности школьников, которые на данный момент оказывают существенное влияние на характеристики всей выборки. После этого происходило формирование в соответствии с заданными параметрами и критериями обучения состава малых групп для изучения текущего вопроса учебной дисциплины. Для этого средствами информационной системы «Advanced Tester» выявлялись для каждой группы учащиеся, по характеристикам которых можно было судить о возможностях всего группового состава, прогнозировать их результаты и вести учебный процесс оптимальным образом. При этом следует отметить, что состав этих групп достаточно мобилен. При изучении следующего вопроса он мог изменяться существенным образом. Это необходимо для максимального учета индивидуальных и групповых запросов обучения и результатов диагностики учебных достижений. Оптимальный состав малых групп при такой организации обучения, как правило, составляет от четырех до восьми человек. Это позволяет наиболее эффективно распределить нагрузку учителей в рамках обучения в классе и оптимально учесть вопросы предметной подготовки и мотивированности школьников. Такое распределение на малые группы оказывается эффективно как при традиционном очном обучении, так и при дистанционных форматах обучения [14, 15]. При этом в учебном процессе обязательно должно быть отведено время как на непосредственное взаимодействие с учителем, так и на самостоятельную отработку умений и навыков. Количество того и другого времени может варьироваться, но каждое должно составлять не менее 30% от общего времени изучения учебного материала. Степень самостоятельности при изучении может быть различной. Она зависит как от состава малых групп на общем временном промежутке, так и от сложности изучаемых школьниками вопросов.

Автоматизированная информационная система «Advanced Tester» позволяет как учителю, так и школьнику выбирать степень сложности учебного материала. При этом исходную сложность изучаемых вопросов определяет учитель в зависимости от результатов входной диагностики. Затем, в процессе обучения, сложность теоретического и практического материала может варьироваться в зависимости от результатов диагностических срезов. Здесь следует заметить, что оперировать таким объемом полученных при систематических диагностических процедурах данных учителю было

бы достаточно сложно. Именно для этого ему и необходимы инструментальные математические средства автоматизированных информационных систем. Использование в них аппарата математического моделирования служит объективным средством анализа больших объемов данных. При этом особенность применения соответствия Галуа заключается в выявлении латентных параметров обучения школьников при их распределении на малые группы. Ряд факторов, влияющих на индивидуальную траекторию обучения, учитель может определить и самостоятельно. Он может делать это как интуитивно, так и с привлечением иных средств математического моделирования. В то же время математический функционал соответствия Галуа, как и некоторых других методов, позволяет по заданным критериям проверять различные гипотезы успешности усваивания учебного материала. Методология соответствия Галуа позволяет оперативно принимать решения, критичность которых зависит от временного интервала, непосредственно влияющего на эффективность выбранных методов обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальная работа проводилась на базе частного образовательного учреждения «Смоленский физико-математический лицей при МИФИ» и физико-математической школе при Смоленском государственном университете. Школьники 10 и 11 классов лицея составляли экспериментальную группу, а учащиеся лицея – контрольную группу. В каждой из групп фиксировались результаты обучения физике и информатике. Количественный состав был равномерно распределен. В экспериментальную группу входили 21 десятиклассник и 19 одиннадцатиклассников МИФИ лицея. В контрольную группу – по 20 десяти- и одиннадцатиклассников соответственно.

В экспериментальной группе обучение физике и информатике проводилось с применением автоматизированной информационной системы «Advanced Tester», реализующей в виде функциональных инструментов методологию математического моделирования соответствия Галуа для формирования траектория оптимального обучения в малых группах. В контрольной группе обучение велось традиционными методами обучения с использованием возможностей информационно-коммуникационных технологий в поиске, систематизации и демонстрации учебного материала. В каждой из групп было проведено входное диагностическое исследование знаний школьников, четыре промежуточных диагностических среза и итоговая диагностическая работа. Для определения уровня знаний использовалась тестовая система оценки учебных достижений. Задача педагогического эксперимента состояла в том, чтобы показать эффективность использования методов математического моделирования для анализа уровня усвоения знаний школьниками при построении индивидуальных траекторий обучения. Для подтверждения эффективности использовались результаты проверочных работ, количественный анализ которых осуществлялся по формуле $S = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}{5}$, где S_1, S_2 – теоретические вопросы, а S_3, S_4, S_5 – практические задания, оцененные по пятибалльной системе. Данные итоговой диагностики знаний и умений представлены в табл. 1 и 2 по физике и информатике соответственно.

Таблица 1

Результаты формирующего этапа эксперимента по физике

Группа	Число учащихся, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
Контрольная группа	8	25	7	40
Экспериментальная группа	15	22	3	40
Всего	22	47	10	80

Таблица 2

Результаты формирующего этапа эксперимента по информатике

Группа	Число учащихся, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
Контрольная группа	9	23	8	40
Экспериментальная группа	17	21	2	40
Всего	26	44	10	80

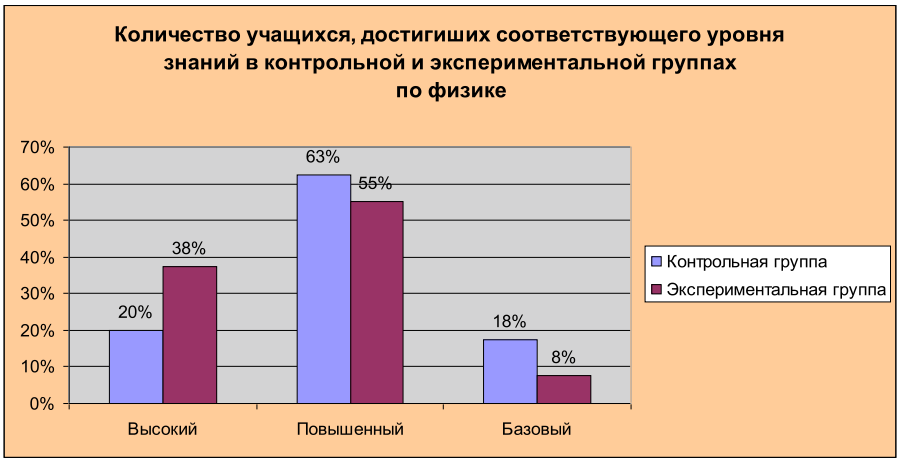


Рис. 1. Результаты формирующего этапа эксперимента по физике

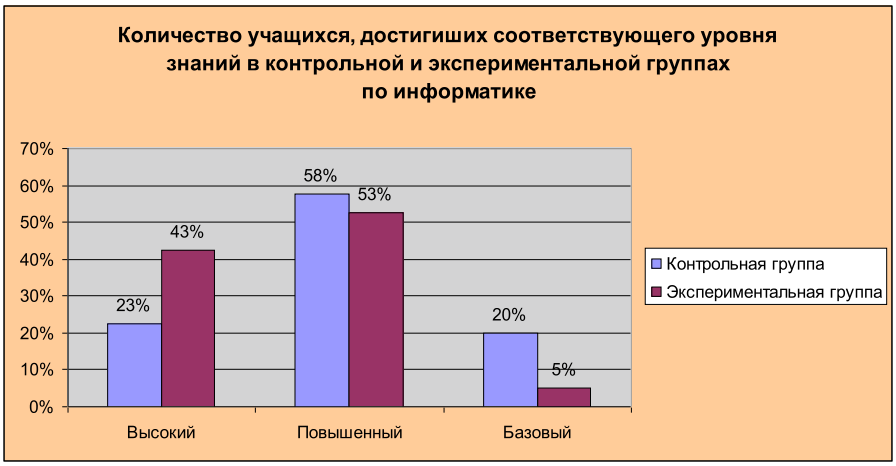


Рис. 2. Результаты формирующего этапа эксперимента по информатике

Результаты формирующего этапа эксперимента по физике и информатике отражены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Качественный анализ условий и результатов эксперимента

Из представленных табличных данных и диаграмм видно, что количественные показатели высокого уровня в контрольной группе ниже, чем в экспериментальной группе. А показатели базового уровня, наоборот, выше. Это обусловлено, на наш взгляд, тем, что использование возможностей программного комплекса «Advanced Tester» для построения образовательных траекторий с учетом уровня индивидуальных достижений способствовало стимулированию школьников к более глубокому усвоению знаний. Тогда как в контрольной группе при отсутствии текущей диагностики снижался контроль уровня учебных достижений. Результаты обучения школьников физике и информатике свидетельствует об инвариантности используемых методов относительно предметной области учебной дисциплины. Исходя из результатов формирующего этапа педагогического эксперимента, состоящих в положительной динамике усвоения знаний школьниками при использовании методов математического моделирования с помощью инструментов автоматизированного программного комплекса «Advanced Tester» можно сделать вывод, что поставленная в ходе эксперимента задача реализована.

Заключение

В соответствии с приведенными табличными данными и данными диаграмм можно сделать вывод о необходимости применения в целях диагностики знаний и умений школьников методов математического моделирования. В частности, результаты диагностических срезов свидетельству-

ют о том, что уровень сформированности предметных знаний и умений выше в экспериментальных группах, как при изучении физики, так и информатики. При этом если бы исследование проводилось только по информатике, то можно было сделать вывод о косвенном влиянии ее предметной области как учебной дисциплины на использование функциональных возможностей автоматизированной информационной системы «Advanced Tester». В то же время данные по изучению физики с использованием тех же методологических подходов показывают аналогичные корреляционные зависимости. Результаты обнаруживают общие тенденции в овладении знаниями как в исследуемых группах по одной дисциплине, так и в совокупности знаний междисциплинарного характера. Таким образом, можно судить об эффективности практики применения методологии соответствия Галуа как средства диагностики знаний и умений школьников по различным учебным дисциплинам.

В завершение отметим, что практика внедрения подобных методов математического моделирования для непрерывной диагностики знаний школьников должна расширяться. Именно диагностические процедуры позволяют своевременно и объективно выявить потребности и возможности в обучении учащихся в современной школе. При этом разумное использование цифровых технологий, как и информационно-коммуникационных средств обучения, должно способствовать повышению общего уровня системы школьного образования.

Список литературы

1. Максимова Н.А. Моделирование информационно-образовательной среды учебного заведения // Концепт. 2016. № 5. С. 195–200.

2. Тихонова Л.П. Актуальные вопросы разработки современных средств мониторинга и контроля качества обучения // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 23-й Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2018. С. 602–605.

3. Баженов Р.И., Лопатин Д.К. О применении современных технологий в разработке интеллектуальных систем // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2014. № 3 (93). С. 263–264.

4. Козлов С.В., Суин И.А. О некоторых подходах математического описания и анализа многомерной структуры информационных систем // Системы компьютерной математики и их приложения. 2018. № 19. С. 177–182.

5. Размахнина А.Н., Баженов Р.И. О применении экспертных систем в различных областях // Постулат. 2017. № 1 (15). С. 38.

6. Козлов С.В. Интерпретация инвариантов теории графов в контексте применения соответствия Галуа при создании и сопровождении информационных систем // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. № 7. С. 38–44.

7. Киселева О.М. Использование математических методов для формализации элементов образовательного процесса // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. № 2 (18). С. 51–57.

8. Ересь А.В., Баженов Р.И. Разработка web-ориентированной экспертной системы профориентационного тестирования // Постулат. 2018. № 6 (32). С. 80.

9. Кон П.М. Универсальная алгебра / Пер. с англ. Т.М. Баранович; под ред. А.Г. Куроша. М.: Мир, 1968. 351 с.

10. Парватов Н.Г. Соответствие Галуа для замкнутых классов дискретных функций // Прикладная дискретная математика. 2010. № 2 (8). С. 10–15.

11. Ковалёв В.А., Мунерман В.И. Использование многомерных матриц для решения задач нахождения путей в графе // Системы компьютерной математики и их приложения. 2016. № 17. С. 52–53.

12. Муха В.С. Математические модели многомерных данных // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2014. № 2 (80). С. 143–158.

13. Козлов С.В. Математические особенности использования возможностей программного комплекса «Advanced Tester» как инструмента функционального анализа системных данных // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Т. 7. № 2. С. 21–30.

14. Быков А.А., Киселева О.М. О применении элементов индивидуального обучения в дистанционной работе со студентами // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 9. С. 106–110.

15. Горева О.М., Осипова Л.Б. Перспективы развития дистанционной формы обучения студентов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=21312 (дата обращения: 23.03.2021).

УДК 378.6:37.035.6

ВОЗМОЖНОСТИ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТОВ НА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

[1]Котельников А.Ю., [2]Андруник А.П.

[1]ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», Пермь, e-mail: kotelnikov1978@mail.ru;

[2]ФКОУ ВО «Пермский институт ФСИН России», Пермь, e-mail: andrunik72@mail.ru

В статье представлены результаты исследования, тема которого определена выявленным на сегодняшний день противоречием между сложившейся социально-экономической ситуацией, определяющей общую тенденцию перспективного развития войск Национальной гвардии, и нестабильностью политических условий взаимодействия стран. Данное положение обусловило необходимость повышения требований к оставшимся «в строю» военным кадрам, необходимость реформирования системы их подготовки, что в свою очередь обуславливает важность поиска наиболее действенных путей модернизации педагогического процесса, реализуемого в стенах военного вуза, эффективность которых позволит существенно поднять уровень качества подготовки военного кадрового потенциала. Целью исследования стало выявление возможности патриотического воспитания курсантов на учебных занятиях в военном вузе, как важного профессионального качества, предопределяющего уровень подготовки военных кадров в целом. Результаты, полученные в ходе исследования, осуществленного в контексте заявленной темы и сформулированной цели, позволили сформулировать обобщённый вывод о необходимости модернизации действующей до сегодняшнего дня системы патриотического воспитания курсантов военного вуза путем соблюдения сформулированных нами психолого-педагогических условий, четырехэтапного алгоритма и технологии реализации практическо-ориентированной деятельности. С учетом выявленных потенциально значимых возможностей системы патриотического воспитания военных кадров был сделан вывод о необходимости комплексного использования средств, форм и методов, способствующих формированию патриотического сознания курсантов, что предусматривает необходимость реформирования действующей системы воспитательного процесса на основе целостности теории воспитательной работы и методологических подходов. Особое внимание следует акцентировать на формировании систематических коммуникативных взаимодействий между субъектами исследуемого воспитательного процесса, способных активизировать потенциал каждого его участника на саморазвитие, формирование личностной системы ценностей, государственного и патриотического мировоззрения и развитие патриотических качеств, в большей степени отвечающих требованиям современности.

Ключевые слова: система, патриотическое воспитание, психолого-педагогические условия, технология, курсанты

OPPORTUNITIES FOR PATRIOTIC EDUCATION OF CADETS IN TRAINING SESSIONS AT A MILITARY UNIVERSITY

[1]Kotelnikov A.Yu., [2]Andrunik A.P.

[1]Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation, Perm, e-mail: kotelnikov1978@mail.ru;

[2]Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Perm, e-mail: andrunik72@mail.ru

The article presents the results of the research, the topic of which is determined by the contradiction revealed to date between the current socio-economic situation, which determines the general trend of the long-term development of the National Guard troops and the instability of the political conditions of interaction between the countries. This provision led to the need to increase the requirements for the remaining» in service « military personnel, the need to reform the system of their training, which in turn determines the importance of finding the most effective ways to modernize the pedagogical process implemented within the walls of a military university, the effectiveness of which will significantly raise the level of quality of training of military personnel potential. The purpose of the study was to identify the possibility of patriotic education of cadets in training sessions at a military university, as an important professional quality that determines the level of training of military personnel in general. The results obtained in the course of the study, carried out in the context of the stated topic and the formulated goal, allowed us to formulate a generalized conclusion about the need to modernize the system of patriotic education of military university cadets that still exists today by observing the psychological and pedagogical conditions formulated by us, the four-stage algorithm and the technology for implementing practical-oriented activities. Taking into account the identified potentially significant capabilities of the system of patriotic education of military personnel, it was concluded that the need for a comprehensive use of tools, forms and methods that contribute to the formation of patriotic consciousness of cadets, which provides for the need to reform the current system of the educational process based on the integrity of the theory of educational work and methodological approaches. Special attention should be paid to the formation of systematic communicative interactions between the subjects of the educational process under study, which can activate the potential of each participant for self-development, the formation of a personal system of values, state and patriotic worldview, and the development of patriotic qualities that more fully meet the requirements of modern conditions.

Keywords: system, patriotic education, psychological and pedagogical conditions, technology, cadets

Выбор темы настоящего исследования неслучаен, так как с позиций социопсихологических знаний, накопленных многовековой практикой воспитания гражданина (от старослав. «гражданинъ» – «житель города»), естественным и наиболее важным

качеством члена общества конкретного государства, позволяющего исполнять возложенные на него обязанности, является патриотизм [1, с. 49]. С точки зрения воспитания военных кадров патриотизм, выходя за рамки личного выбора, основанного на совести, относится к профессиональному качеству [2], что обусловлено специфическим характером профессиональной деятельности. Сложившаяся на сегодняшний день социально-экономическая ситуация определяет общую тенденцию перспективного развития войск национальной гвардии (далее – ВНГ РФ), а нестабильность политических условий взаимодействия стран выдвигает повышенные требования к оставшимся «в строю» военным кадрам [3, с. 168]. Таким образом, выявленное в ходе теоретического анализа противоречие, определяет необходимость реформирования системы подготовки военных кадров, что в свою очередь обуславливает важность поиска наиболее действенных путей модернизации педагогического процесса, реализуемого в стенах военного вуза, эффективность которых позволит существенно поднять уровень качества подготовки военного кадрового потенциала.

Целью настоящего исследования стало выявление возможности патриотического воспитания курсантов на учебных занятиях в военном вузе, как важного профессионального качества, предопределяющего уровень подготовки военных кадров в целом.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы теоретические методы исследования: анализ, синтез, моделирование, научные теории, проверенные практикой, выявление и разрешение противоречий и постановка проблем, позволившие в совокупности достигнуть поставленной цели.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с тем, что в качестве объекта выступает система воспитания патриотического сознания курсантов военного вуза, изначально следует остановиться на трактовании основополагающих понятий, составляющих понятийный аппарат настоящего исследования. Обращаясь к понятию «система» при всем многообразии его трактования, все определения сводятся к представлению системы как единство иерархически организованных упорядоченно-устойчивых взаимосвязью между собой элементов (материальные, идеальные), каждое из которых вносит новое в общие характеристики целого. Ввиду того, что в нашем случае в качестве подобных элементов выступают люди и взаимоотношения между ними, протекающие в рамках воспитательного пространства педагогических воздействий, система патриотического воспитания (микросистема) была отнесена к социальным (макросистема) [4, с. 82].

Анализ функциональных задач системы патриотического воспитания, посредством которых осуществляется реализация конкретной роли, объединение видов деятельности и влияние на процессы в обществе, с целью их стабилизации, позволил представить динамическую организацию структурных элементов системы патриотического воспитания курсантов вуза в виде теоретической модели, материальные и идеальные составляющие которой позволяют представить возможности исследуемой системы [5, с. 189]. Остановимся более подробно на структурных элементах системы патриотического воспитания, в состав которых включены материальные и идеальные компоненты. К материальным элементам были отнесены организационные (организации), коммуникационные, деятельностные (педагогические воздействия на субъект), защитные (от напрограммированного влияния), личностно-деятельностные (самовоспитание). Под идеальными элементами нами рассматривались идеологические (ценностные) теоретические (концептуально-методологические понятия), процессуальные (методика педагогических воздействий), законодательные (нормативно-правовые акты), управленческие (методы управления системой).

Целостность системы воспитания патриотического сознания курсантов вуза определяется упорядоченной взаимосвязью между вышеназванными элементами и силой структурной взаимосвязи между ними, что в совокупности позволяет преодолевать дестабилизирующие внешние воздействия систем другого уровня (идеи национального превосходства, сепаратизм и т.д.). Генерализация патриотического сознания осуществляется одновременно на пяти уровнях: 1-й – общегосударственный (патриотическая идеология, ценности); 2-й – национальный (этническая самоидентификация); 3-й – конфессиональный (религиозные ценности); 4-й – социально-групповой (классовая, групповая поддержка); 5-й – групповой (профессионально-средовая поддержка). Естественно, каждый из перечисленных уровней способен посредством инструментов воздействия создать напряженность в системе воспитания патриотического сознания курсантов путем формирования суррогатных ценностей,

что обуславливает необходимость создания отрефлексированного опыта взаимоотношений в воспитательном пространстве вуза. В контексте сказанного значимым является установление комплекса педагогических условий, выявленных нами в ходе психолого-педагогического анализа и практики организации процесса формирования патриотического сознания курсантов военного вуза. Комплексность учета четырех педагогических условий способна обеспечить повышение действенности системы патриотического воспитания и значимо повысить качество общей профессиональной подготовленности курсантов. Первоначально следует определить специфические целевые особенности деятельности, осуществляемой в рамках исследуемого педагогического процесса, органически включенного в систему военной организации (первое условие). В качестве второго условия выступают особенности деятельности и профессиональный потенциал организующего процесс воспитания профессорско-преподавательского состава. Третьим условием являются специфические особенности штатно-организационных формирований и последним, четвертым условием следует считать наиболее характерные и уникальные особенности взаимодействия в рамках образовательного процесса всех задействованных в него субъектов. На наш взгляд, названные педагогические условия в своей совокупности способны значимо повысить эффективность действующей системы воспитания за счет развития у курсантов определенных качеств, позволяющих свидетельствовать о сформированности патриотического сознания курсантов. В «закрытых» коллективах (военных в том числе), обособленных профессионально-специфическими требованиями, предъявляемыми к каждому из его членов, коммуникативные действия, устанавливающие «атмосферу» взаимодействия, определяют характер и динамику трансляции духовно-патриотических ценностей.

В условиях разнородности (социальная, национальная и т.д.) субъектов коммуникации система патриотического воспитания определяет общий вектор развития единой иерархии ценностей, выступая в качестве основания для управления происходящими в коллективе сценариями обогащения информацией, в ходе которых происходит развитие профессиональных качеств курсантов и формирование личностей. Таким образом, содержательный контент исследуемой воспитательной системы устанавливает границы осуществляемой в рамках её деятельности и осуществляет «перевод во внутренний план» личности каждого курсанта военно-профессиональных задач.

Результаты представленных на сегодняшний день исследований в контексте темы настоящего и анализ организации воспитательных мероприятий, традиционно применяемых в образовательном пространстве военного вуза, позволил определить ряд этапов, следование которым позволит максимально полно в практико-ориентированной деятельности применять накопленный потенциал формирования патриотического сознаний курсантов. В рамках первого этапа осуществляется изучение объекта, которое заключается в выявлении наиболее специфических признаков каждого взаимодействующего субъекта, способных деструктивно отразиться на характере и динамике трансляции воинских ценностей, с целью поиска оптимальных методов противодействия им. В ходе второго этапа непосредственно профессорско-преподавательским составом в целом и каждым педагогом самостоятельно (в рамках общей стратегии) определяется содержание действий, ориентированных на проектирование воспитательной модели, содержательное наполнение которой наиболее полно (детализированно) отражает вскрытые на первом этапе проблемные аспекты.

Третий этап следует считать организационным, так как осуществляемая в процессе его реализации деятельность направлена на моделирование проблемных «воспитательных фрагментов», требующих акцентированного внимания, что в свою очередь обуславливает необходимость предварительной подготовки и переподготовки преподавательских кадров. Четвертый – коммуникативный этап, на наш взгляд, наиболее сложный, так как аккумулирует в себе результаты всех предыдущих этапов, как положительных, так и негативных, на практике реализуя имитационные модели квазипрофессиональной деятельности. В контексте подобной деятельности следует отметить необходимость владения преподавателем действенным инструментарием, включающим в себя научно обоснованные и неоднократно апробированные способы, приёмы и методы создания психолого-педагогических условий, позволяющих активизировать процессы самовоспитания курсантов.

И последний, не менее важный из всех вышеперечисленных аналитический этап предусматривает создание мониторинговой системы, действующей на систематической основе и позволяющей фиксировать морально-психологическое состояние каждого субъекта системы патриотического воспитания на всех этапах её реализа-

ции. Значимость пятого этапа заключается в накоплении и последующем анализе фиксированных данных, в результате чего становится возможным прогнозирование достижения заданных воспитательным процессом параметров с предоставлением рычагов управления деятельностью в случае необходимости введения коррекционных мер. В контексте сказанного следует подчеркнуть важность осуществления психолого-педагогического сопровождения путем организации специальных служб, реализующих на постоянной основе методологическое консультирование воспитанников. Названная служба должна быть включена в технологическую карту реализации всех выявленных и сформулированных нами компонентов, таким образом образуя педагогическую технологию реализации практики формирования патриотического сознаний курсантов военных образовательных организаций.

Среди множественности компонентов действенной технологии особое внимание следует уделять отбору средств, применение которых позволит наикратчайшим путем достичь заданных воспитательной системой параметров (характеристик) патриотического сознания. Практическое воплощение содержания исследуемой воспитательной системы осуществляется посредством планирования и последующей организации комплексных мероприятий, среди которых следует выделить такие, как индивидуально-психологические, информационно-пропагандистские, социально-экономические, правовые, морально-этические, спортивно-массовые, культурно-досуговые и др. Среди традиционно используемых форм, которые подтвердили высокий уровень потенциальных возможностей в практике организации системы патриотического воспитания курсантов, следует указать коллективные и индивидуальные беседы, тематические дни и вечера вопросов и ответов, лекции – знакомства с современными образцами вооружения и военной техники, дискуссионные совещания с личным составом, конференции, викторины, экскурсии по культурным местам и местам боевой славы, организация дней воинской славы России, самодеятельность, занятия в музеях, просмотр патриотических документальных фильмов и т.д.

Современные реалии, сложившиеся в силу информационно-коммуникационного развития и технического перевоплощения некоторых ранее используемых форм, обусловили создание новых, прочно укоренившихся в воспитательно-педагогической среде, формирующей патриотическое сознание курсантов военного вуза, в частности интерактивную учебную лекцию и дискуссионные беседы. В первой из названных форм широко задействуются методологические подходы, посредством которых реализуется обратная связь, позволяющая отслеживать коммуникативные действия в ходе трансляции информационного материала (лекции) курсантов. При применении дискуссионных бесед (программированная дискуссия), предусматривающих алгоритм организации коммуникативных взаимодействий между всеми её субъектами, достигается коллективная деятельность, в ходе которой посредством аргументированных высказываний её участников достигается консенсус по реперным точкам проблемных вопросов, за счет чего наблюдается усиление психологического климата в коллективе. Кроме того, названная форма позволяет консолидировать усилия участников, ориентируя их на достижение заданных содержательной составляющей темы целей, предлагая каждому проявить инициативу и творчество в рамках проблемного вопроса. Обе из вышеназванных форм способны значимо интенсифицировать воспитательный процесс, активизируя личностный потенциал каждого воспитанника в русле заданного вектора.

Какие бы способы, методы, методические приёмы и средства ни были задействованы в процессе воплощения инновационной модели системы патриотического воспитания курсантов в вузе, в качестве методологической основы следует считать ряд научно обоснованных положений, определяющих уровень результативности технологизации исследуемого процесса:

1) уровень профессионализма, определяемый квалификационным соответствием профессорско-преподавательского состава современным задачам, стоящим перед патриотическим воспитанием, реализуемым в рамках воспитательного пространства военного вуза;

2) материально-техническая обеспеченность и информационное сопровождение процесса, направленного на формирование патриотического сознания воспитанников;

3) создание атмосферы доверия, активизирующей инициативность в раскрытии личностного потенциала курсантов, что в конечном итоге содействует в формировании устойчивого морального климата в учебных группах;

4) активизация совместного планирования и непосредственной организации досуговой деятельности, посредством которой в рамках проводимых образовательной организацией мероприятий возможно сплочение курсантов и формирование идеального примера нравственного поведения;

5) обеспечение условий для объединения социального и культурного пространств, в пределах которых находят практическую реализацию культурно-познавательные виды деятельности с личным составом;

6) организация на систематической основе мониторинговых мероприятий, позволяющих выявить в текущий момент времени уровень организации управленческой деятельности, выраженной через расстановку сил и соблюдение единого вектора приложения воспитательного потенциала, ориентированного на формирование патриотического сознания курсантов;

7) формирование мотивационно-ценностной установки, позволяющей создать потребностный импульс к овладению ценностями общей и профессиональной (военной) культуры;

8) индикация личностного потенциала каждого курсанта с целью установления соотношения интересов в системе взаимодействий «курсант – коллектив – общество – государство» как субъектов единства общественно-индивидуального и патриотического сознания.

Заключение

Результаты, полученные в ходе исследования, осуществленного в контексте заявленной темы и сформулированной цели, позволили сформулировать обобщённый вывод о необходимости модернизации действующей до сегодняшнего дня системы патриотического воспитания курсантов военного вуза ввиду выявленного противоречия между перспективным развитием войск Национальной гвардии и нестабильностью политических условий взаимодействия стран. Требования, предъявляемые к военным кадрам на настоящем этапе развития общества, формируют социальный заказ, выполнение которого возможно путем повышения действенности системы патриотического воспитания, способной сформировать патриотическое сознание курсанта как важного качества современного специалиста, профессиональная деятельность которого направлена на защиту интересов государства и обеспечение безопасности его граждан. Результаты исследования продемонстрировали потенциально существующие возможности системы патриотического воспитания, позволяющие в рамках учебных занятий, реализуемых в военном вузе, при соответствующих выявленных нами психолого-педагогических условиях, соблюдении алгоритма (в совокупности четырех этапов) и технологии реализации практико-ориентированной деятельности, существенно повысить степень эффективности исследуемого процесса.

С учетом выявленных потенциально значимых возможностей системы патриотического воспитания военных кадров был сделан вывод о необходимости комплексного использования средств, форм и методов, способствующих формированию патриотического сознаний курсантов, что предусматривает необходимость реформирования действующей системы воспитательного процесса на основе целостности теории воспитательной работы и методологических подходов. Особое внимание следует акцентировать на формировании систематических коммуникативных взаимодействий между субъектами исследуемого воспитательного процесса, способных активизировать потенциал каждого его участника на саморазвитие, формирование личностной системы ценностей, государственного и патриотического мировоззрения и развитие патриотических качеств, в большей степени отвечающих требованиям современности

Список литературы

1. Вдовин С.А. О важности патриотического воспитания // Основы экономики, управления и права. 2021. № 1 (26). С. 47–50.

2. Общевоинские Уставы Вооружённых Сил Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://baltovs.kln.sudrf.ru/modules.php?name=norm_akt&id=14 (дата обращения: 25.03.2021).

3. Сосновский Ю.П., Чайковский А.А., Ушаков В.А. Особенности формирования психофизиологических профессионально важных качеств у курсантов авиационных вузов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 2–3 (53). С. 167–171.

4. Турсунов Ш.Р. Патриотическое воспитание курсантов военных образовательных учреждений // Наука и образование сегодня. 2016. № 10 (11). С. 80–82.

5. Леонов А.В. Патриотическое воспитание обучающихся в Волгодонском филиале РЮИ МВД России // Образование. Наука. Научные кадры. 2021. № 1. С. 188–190.

УДК 378.17:797.2

ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИОННОГО ПЛАВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В ЗДОРОВЬЕ

Куземко Ю.В., Пурахина О.В., Трушечкина Е.В.

ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия», Саратов, e-mail: kyv72@mail.ru

В последние годы количество студентов, поступивших в вузы и имеющих различные заболевания, неуклонно растет, а в связи с активным внедрением в вузы индивидуальных образовательных траекторий и изменениями в области преподавания физической культуры становится актуальным индивидуально-ориентированный подход к проведению занятий со студентами, имеющими отклонения в здоровье. В данной статье проведен анализ причин плохого посещения студентами специальной медицинской группы занятий по обучению плаванию, которые являются обязательными и включены в программу по физической культуре в ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия». Наличие собственного бассейна, удобного расписания и положительного влияния плавания на здоровье дает возможность для коррекции здоровья студентов в период их обучения в вузе. В работе поставлены основные и вспомогательные задачи для реализации технологии коррекционного плавания, раскрыты методы обучения плаванию студентов специальной медицинской группы, представлены методические рекомендации по проведению занятий в бассейне. Определены этапы технологии коррекционного плавания, проведено предварительное тестирование студентов, участвующих в эксперименте, проведен опрос для определения их мотивационно-ценностного отношения к занятиям в бассейне. Освещены результаты проведенного на базе бассейна ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия» эксперимента по внедрению технологии коррекционного плавания для студентов, имеющих отклонения в здоровье, подведены основные итоги.

Ключевые слова: студенты, здоровье, плавание в вузе, технология коррекционного плавания, студенты, имеющие отклонения в здоровье, специальная медицинская группа

A REMEDIAL SWIMMING TECHNOLOGY FOR UNIVERSITY STUDENTS WITH HEALTH PROBLEMS

Kuzemko Yu.V., Purakhina O.V., Trushechkina E.V.

Saratov State Law Academy, Saratov, e-mail: kyv72@mail.ru

Recently a number of university students having different health problems has been steadily increasing what with implementing of individual educational trajectories into universities and changes in teaching PE makes individually-oriented approach to teaching students with different health problems topical and timely. The article analyses reasons of special medical group students' poor attendance of swimming train classes which are compulsory and included in the PE syllabus at Saratov State Law Academy. Availability of an on-site swimming pool, a convenient schedule and positive swimming impact on one's health provide opportunities for students' health improvement during their studying at the university. The article puts forward primary and secondary goals for implementing a remedial swimming technology, presents methods of teaching swimming to students of special medical groups, introduces methodological recommendations for conducting classes in the swimming pool. There have been defined stages of the remedial swimming technology, conducted a preliminary test of students participating in the experiment and a survey for determining their motivation-value attitude to the classes in the swimming pool. The results of the conducted on the basis of the Saratov State Law Academy swimming pool experiment in implementing of remedial swimming technology for students with health problems are discussed, key outcomes are made.

Keywords: university students, health, swimming at the university, remedial swimming technology, students with health problems, special medical group

В настоящее время основная концепция образовательных программ в вузах связана с введением элективных дисциплин, что непосредственно коснулось и кафедр физической культуры и спорта. За последние 5 лет число студентов, имеющих различные заболевания и неспособных посещать занятия в основной медицинской группе, неуклонно растет. Только в 2019 г. количество студентов в Саратовской государственной юридической академии, отнесенных к специальной медицинской группе, составило более 30% от общего количества обучающихся. А так как активное внедрение индивидуальных образовательных траекторий в области физической культуры нацелено на ориентированный подход к каждому студенту, становится актуальной разработка технологий проведения занятий со студентами, имеющими отклонения в здоровье.

В Саратовской государственной юридической академии раздел «Основы спортивного плавания» занимает большую часть от общего количества часов, выделенных на дисциплину «Элективные дисциплины (модули) по физической культуре и спорту» и проходит на втором курсе. Проведение физкультуры в бассейне имеет ряд преимуществ как для обучающихся, не имеющих отклонений в здоровье, так и для студентов специальной медицинской группы. При этом грамотно подобранные упражне-

ния в воде ведут к разгрузке позвоночника, укреплению всех мышц и суставов, а правильное дыхание в воду улучшает в первую очередь легочные показатели и показатели сердечно-сосудистой системы [1]. Анализ работ, посвященных практике восстановления нарушений здоровья, объединяет множество самых разнообразных реабилитационных методик, среди которых приоритет отдается занятиям плаванием. Есть заболевания, при которых имеются противопоказания для занятий в бассейне, но их процент очень мал по сравнению с той пользой, которую несет в себе данный вид двигательной активности [2–4].

До недавнего времени занятия по плаванию проводились по единой программе, что значительно ухудшало посещаемость занятий в бассейне студентами с отклонениями в здоровье. Анализируя основные причины нежелания заниматься плаванием у студентов специальной медицинской группы, 75 % обучающихся отметили повышенную для них нагрузку, 15 % – плохое самочувствие после занятий, 10 % студентов было неинтересно в связи с негативным отношением к водной среде.

Таким образом, полученные результаты нацелили нас на разработку программы коррекционного плавания со студентами специальной медицинской группы, чем был обоснован выбор ее внедрения в учебный процесс.

Цель исследования: внедрение технологии по обучению плаванию студентов специальной медицинской группы с целью коррекции их здоровья и изменения их отношения к жизненно важному навыку.

Материалы и методы исследования

При разработке технологии коррекционного плавания нами были поставлены основные и вспомогательные задачи.

Основными задачами коррекционного плавания являются:

– улучшение физического состояния обучающихся;

– изменение общего состояния организма через введение специальных приемов и упражнений;

– влияние на эмоционально-волевую сферу обучающихся через преодоление водобоязни и получение удовольствия от занятий в бассейне;

– подготовка к занятиям прикладного плавания.

Вспомогательные задачи:

– снятие мышечных зажимов через расслабление тела и отдельных конечностей;

– улучшение и нормализация тонуса в мышцах;

– влияние на подвижность в суставах;

– положительное влияние на системы организма: дыхательную, сердечно-сосудистую, нервную, улучшение общего соматического состояния занимающихся;

– развитие опорных реакций в руках и ногах;

– улучшение общего самочувствия;

– формирование позитивного отношения к занятиям плаванием и физической культурой в целом.

Применяемая нами технология подразумевала использование различных методов таких как:

– словесный метод, включающий в себя донесение информации в виде заданий и команд с расстояния;

– контактный метод, включающий в себя метод предварительного показа упражнения на суше;

– метод мышечного чувства, включающий в себя формирование у обучающихся ощущений изменений в мышцах и суставах под воздействием того или иного упражнения;

– метод поощрения, помогающий избавиться от водобоязни через получение радости движений в воде [5].

При реализации методики занятий в бассейне со студентами, имеющими отклонения в здоровье, мы придерживались следующих рекомендаций:

1. Индивидуальный подход к обучающимся в зависимости от плавательной подготовки и диагноза.

2. Регулярность и периодичность: необходимость проведения занятий по плаванию минимум 1 раз в неделю по 1,5 ч с применением и упорным повторением упражнений и заданий в зале и на воде.

3. Продолжительность: прохождение раздела дисциплины «Основы спортивного плавания» весь учебный год, не менее 2 семестров.

4. Постепенность: прохождение материала от простого к сложному с увеличением физической нагрузки.

5. Индивидуальность: воздействие индивидуального подбора упражнений и последовательность их применения.

6. Чередование: с целью профилактики утомления и снижения интереса к занятиям, наряду со стандартными упражнениями, включение упражнений на расслабление.

7. Новизна: 10 % упражнений обновляются, а 90 % повторяются для закрепления ранее приобретенных умений и навыков.

8. Разнообразие: с целью повышения эмоциональной привлекательности применение не только стандартного набора, а также игр и развлечений на воде [6].

9. Умеренность: поэтапное и равномерное воздействие на организм с учетом диагноза и всестороннего воздействия на все органы и системы.

Формируя группы из студентов, имеющих отклонения в здоровье, мы провели опрос и выяснили, что 21,3 % студентов посещали бассейн в школьном возрасте, 80 % респондентов не рассматривали занятия плаванием как возможность скорректировать имеющиеся заболевания, 72,6 % после первичной постановки диагноза не получали рекомендаций от врачей по занятиям (специальным упражнениям) в бассейне и не имели информации о наличии групп лечебного плавания в местах проживания.

Более половины студентов, имеющих серьезные отклонения здоровья вплоть до инвалидности, на вопрос «Рекомендовали ли вам врачи заниматься плаванием в школьном возрасте?» ответили, что специалисты, у которых они наблюдались, выражали большие сомнения в возможности обучения их плаванию.

Для понимания причин негативного отношения молодых людей к занятиям в бассейне и плаванию в целом мы включили дополнительные вопросы в анкету для студентов, посещавших бассейн до поступления в вуз, и получили следующие результаты: 45 % студентов из тех, кто все-таки посещал бассейн до поступления в вуз, указали основной причиной негативного отношения к данному виду двигательной активности отсутствие индивидуального подхода на занятиях; 30 % респондентов указали нежелание тренера (преподавателя) вникнуть в проблему, а именно в диагноз, с которым приходит ребенок, имеющий отклонения здоровья; 10 % – отсутствие специальной методики и оборудования в бассейнах; 5 % после неудачного опыта обучения плаванию в детстве все-таки предпринимали попытки самостоятельного обучения, прибегая к помощи родственников и друзей, но научились лишь держаться на воде и плавать «по-собачьи»; и только 10 % опрашиваемых отзываются положительно о занятиях и тренере, научившем их плавать.

Полученные данные и возможности вуза, а именно обязательное включение раздела «Основы спортивного плавания» в программу по физической культуре, выделенный день на занятия физкультурой, наличие собственного бассейна и побудила нас сформировать учебные группы из студентов специальной медицинской группы в отдельные подгруппы для занятий по плаванию с коррекционной направленностью.

Технология занятий по плаванию со студентами, имеющими нарушения здоровья, предполагала наличие следующих обязательных компонентов:

– знание исходного уровня подготовки студентов;

– четко поставленные цели и задачи каждого этапа технологии;

– наличие средств, методов для её активации [7].

По своей структуре технология состоит из предварительного первого этапа и основного второго этапа. Основной целью первого этапа было формирование мотивационно-ценностного отношения к плаванию студентов специальной медицинской группы. На данном этапе были поставлены задачи:

– проведение медицинского осмотра студентов с целью уточнения диагноза, двигательных ограничений и отсутствия противопоказаний к занятиям плаванием, уточнения диагноза;

– проведение инструктажа по мерам безопасности в бассейне;

– обоснование необходимости в занятиях оздоровительным плаванием: методические занятия в спортивном зале перед основными занятиями на воде;

– создание необходимых условий для повышения интереса к занятиям по обучению плаванию: собственный бассейн с современной очистной системой воды без хлора, удобное расписание с выделенным днем на физкультуру, сформированная группа из студентов, имеющих отклонения в здоровье, и проведение занятий на отдельной дорожке с преподавателем;

– ориентация обучающихся на достижение цели и развитие будущих профессионально- прикладных качеств, которые формируются на занятиях по плаванию;

– проведение занятий по овладению методами самомассажа и расслабления: упражнения на суше, направленные на снятие напряжения и мышечного тонуса.

Основной целью второго этапа технологии является: формирование мышечного корсета и улучшение соматического здоровья в процессе занятий в бассейне коррекционным плаванием. На данном этапе мы поставили следующие задачи:

– обучение основам спортивного плавания с учетом особенностей заболеваний студентов специальной медицинской группы;

– преодоления водобоязни, формирование умений расслабления мышц в воде с целью совершенствования физических качеств;

– акцент на развитие профессионально-прикладных качеств, необходимых будущему юристу;

– формирование положительного эмоционального настроя с целью дальнейшего

использования данного вида двигательной активности в повседневной жизни.

Для оценки результата внедрения нашей технологии коррекционного плавания со студентами специальной медицинской группы мы ввели три критериальных показателя:

первый критерий – *усвоение материала.* Насколько студентами усвоен предложенный материал;

второй критерий – *мотивационно-ценностный*. Оценка мотивации по результатам деятельности;

третий критерий – *эмоциональный.* Оценка эмоционального состояния, полученного от занятий в бассейне.

Результаты исследования и их обсуждение

Для апробации технологии коррекционного плавания проводился эксперимент, который состоял из двух этапов, констатирующего и обучающего, и проходил с сентября по декабрь 2019 г. в плавательном бассейне Саратовской государственной юридической академии в рамках одного учебного семестра. В нем участвовали студенты второго курса, в программе которых было обязательное прохождение раздела «Основы спортивного плавания» и получение зачета.

Для чистоты эксперимента по внедрению технологии коррекционного плавания мы сформировали экспериментальную (ЭГ) и контрольную группы (КГ). Учитывая данные медицинского осмотра, распределение обучающихся было следующим: ЭГ состояла из студентов специальной медицинской группы, и занятия с ними проводились по предложенной нами технологии, КГ была смешанной, т.е. состояла из студентов как основной, так и специальной медицинской группы и обучение плаванию проходило по стандартной программе, утвержденной на кафедре физической культуры и спорта. В каждой группе было по 12 человек, что определяется правилами бассейна и является оптимальным числом для одновременного занятия на одной плавательной дорожке с одним преподавателем.

На этапе констатирующего эксперимента, проходящего в начале учебного года, проводилось определение уровня здоровья и начальной плавательной подготовки всех участников ЭГ и КГ. В процессе диагностики студентов исследуемых групп было выявлено, что все обучающиеся, отнесенные к специальной медицинской группе, имели отклонения в здоровье, но также кроме основного диагноза у них были диагностированы сопутствующие заболевания, которые не являлись противопоказанием к занятиям плаванием.

Предварительное тестирование начальной плавательной подготовки показало, что в большинстве случаев респонденты экспериментальных и контрольных групп имеют средний уровень плавательной подготовки, т.е. не владеют спортивной техникой плавания и не могут без поддержки (бортик, дорожка, опора о дно бассейна) проплыть более 20 м.

Таким образом, полученные результаты на данном этапе дали нам возможность проанализировать, с одной стороны, весь контингент участвующих в эксперименте, но с другой, рассмотреть каждого обучающегося в отдельности, оценить их уровень плавательной подготовки, который имел низкий показатель и был практически одинаков у всех участников эксперимента.

Обучающий этап эксперимента предполагал активное вмешательство в учебный процесс основных положений сконструированной технологии, где сутью является организация занятий в соответствии с предлагаемыми нами рекомендациями и с использованием методического инструментария.

Для оценки эффективности предложенной технологии и обучающего этапа исследования нами были разработаны диагностические задания, специальные тесты, которые служили основой для оценки качества обучения плаванию [8]. Наряду с практическими испытаниями мы также оценивали и функциональное состояние испытуемых, которое фиксировалось в дневнике самоконтроля, разработанного кафедрой физической культуры и спорта, и определялось в показателях самочувствия, настроения, активности, желании заниматься (до занятия), интерес к занятиям и удовлетворенность ими (после занятий). Фиксирование показателей функционального состояния испытуемыми проводилось еженедельно.

Анализ результатов эксперимента выявил, что плавательный навык у студентов как в ЭГ, так и в КГ сформирован достаточно хорошо. При этом обучающиеся в ЭГ к концу эксперимента смогли проплыть без остановки до 100 м и показать правильную технику плавания кролем на груди, кролем на спине, а в КГ эти же показатели могли продемонстрировать лишь 5 человек из 12, в связи с тем, что в контрольной группе была отмечено ухудшение в посещаемости занятий, а также потеря интереса к ним.

Заключение

Оценивание результатов внедренной технологии не могло бы обойтись

без непосредственного мнения самих обучающихся в экспериментальной группе. В беседах с каждым из участников эксперимента выяснилось, что занятия плаванием по предложенной нами технологии вызвали большой интерес и удовлетворенность, а достигнутые успехи заметно повысили у них желание заниматься в дальнейшем и самосовершенствоваться. Предложенные упражнения, индивидуальный подход с подробным объяснением каждого упражнения, положительный эмоциональный фон занятий существенно повлиял на преодоление эмоционального напряжения, снятия мышечного тонуса, улучшения настроения и общего самочувствия. Приобретенные навыки, такие как умение сосредоточиться, переключить внимание, вовремя снять эмоциональное напряжение, существенно помогло им сдать сессию. На повышение мотивационно-ценностного отношения к занятиям плаванием также оказало влияние и улучшение физической и умственной работоспособности, а преодоление длинной дистанции в воде без остановки придало уверенности в своих силах при плавании в дальнейшем на открытых водоемах.

Таким образом, широкие возможности технологии коррекционного плавания со студентами, имеющими отклонения в здоровье, не только уменьшили количество молодежи, не умеющей плавать, но и успешно выстроили тесную связь между здоровьем через улучшение самочувствия, настроения, активности и требованиями, предъявляемыми обществом к будущим специалистам – развитию физически здоровой личности, а личностно-ориентированный подход на занятиях отвечает требованиям, предъявляемым к вузам, а именно внедрению индивидуальных образовательных программ, нацеленных на индивидуализацию обучения.

Список литературы

1. Булгакова Н.Ж. Плавание: учебник для студентов, обучающихся по дисциплине «Плавание» по направлению подгот. 49.03.01. М.: Инфра-М, 2017. 288 с.

2. Крохина Т.А. Освоение оптимальной дистанции оздоровительного плавания для лиц среднего и пожилого возраста на основе применения специальных упражнений // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 155–157.

3. Попов С.Н. Лечебная физическая культура. Учебник. М: Academia, 2019. 416 с.

4. Мукина Е.Ю. Занятия плаванием коррекционно-оздоровительной направленности в адаптивной физической рекреации детей с последствиями детского церебрального паралича // Вестник Тамбовского государственного университета. 2013. № 9. С. 178–184.

5. Литвинов А.А., Козлов А.В., Ивченко Е.В. Теория и методика обучения базовым видам спорта. Плавание: учебник. М.: Академия, 2013. 272 с.

6. Булгакова Н.Ж. Игры на воде для обучения и развлечения: метод. рекомендации. М.: Спорт, 2016. 70 с.

7. Куземко Ю.В. Педагогическая технология развития эмоционально-волевой устойчивости у студентов вузов (на примере физической подготовки): дис. … канд. пед. наук: 13.00.01. Саратов, 2002. 174 с.

8. Кравцов А. Методика срочного контроля и коррекции техники плавания в соревновательных и тренировочных упражнениях. М.: «ТВТ Дивизион», 2011, 88 с.

УДК 378.14

РЕФЛЕКСИВНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Куцеева Е.Л.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: lenagutkov@mail.ru

Статья посвящена проблеме повышения качества высшего педагогического образования на основе методологии рефлексивно-деятельностного подхода в организации обучения будущих педагогов. Создание рефлексивной образовательной среды обеспечивает активное формирование профессионального мышления, метакогнитивных умений и коммуникативной культуры студентов. В профессиональном образовании рефлексивная деятельность обучающихся содействует осознанию процесса и результатов профессионального развития. На современном этапе применение рефлексивных технологий осуществляется в процессе организации рефлексивного сопровождения целостного педагогического процесса. Описаны различные виды рефлексивных техник. Рефлексия используется при проведении различных учебных занятий в условиях применения традиционных и активных (интерактивных) педагогических технологий. Рефлексивная деятельность студентов в играх позволяет оценить их ролевое поведение: насколько оно грамотно, психологически и педагогически обосновано и целесообразно, может ли привести к успеху и т.д. В статье показана методика применения рефлексивных технологий в процессе организации имитационных и неимитационных игр. В условиях цифровизации образования появляются новые возможности и в использовании рефлексивных технологий. Это связано с применением в педагогическом процессе телерефлексии как способа визуализации рефлексивной практики обучающихся. Он основан на использовании аудио- и видеозаписей игрового взаимодействия обучающихся.

Ключевые слова: педагогический процесс, игровые технологии, рефлексивная образовательная среда, рефлексивное сопровождение, рефлексивная деятельность обучающихся, телерефлексия

REFLEXIVE SUPPORT OF GAME TECHNOLOGIES IN THE PEDAGOGICAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

Kutseeva E.L.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: lenagutkov@mail.ru

The article is devoted to the problem of improving the quality of higher pedagogical education based on the methodology of the reflexive-activity approach in the organization of training of future teachers. The creation of a reflexive educational environment ensures the active formation of professional thinking, metacognitive skills and communicative culture of students. In professional education, students ' reflexive activity promotes awareness of the process and results of professional development. At the present stage, the use of reflexive technologies is carried out in the process of organizing reflexive support for a holistic pedagogical process. Various types of reflexive techniques are described. Reflection is used in conducting various training sessions in the context of the use of traditional and active (interactive) pedagogical technologies. Students ' reflexive activity in games allows them to evaluate their role-playing behavior: how well it is competent, psychologically and pedagogically justified and appropriate, whether it can lead to success, etc. The article shows the method of using reflexive technologies in the process of organizing simulation and non-simulation games. In the context of digitalization of education, new opportunities are emerging in the use of reflexive technologies. This is due to the use of tele-reflection in the pedagogical process, as a way of visualizing the reflexive practice of students. It is based on the use of audio and video recordings of the game interaction of students.

Keywords: pedagogical process, gaming technologies, reflective educational environment, reflexive accompaniment, reflective activity of students, telereflection

В целевых ориентирах ФГОС ВО нового поколения (3++) приоритетная роль отводится актуализации *личностного потенциала* будущих специалистов, их всестороннему развитию и образованию. Самосознание составляет ядро личности, поэтому формирование профессиональной идентичности и Я-концепции представляет собой важную задачу высшей школы.

Реализация компетентностной парадигмы в вузовской подготовке педагогов предполагает внедрение новых технологий профессионального обучения, основанных на методологии *рефлексивно-деятельностного подхода*. Рефлексивная практика в системе педагогического образования нацелена, прежде всего, на формирование профессиональных компетенций и развитие личности будущих учителей.

Как соотнести обучение, его качество и результативность с рефлексией – внутренним процессом самопознания личности? Каковы их взаимосвязи и взаимовлияния? Рассмотрим возможности рефлексивной практики в повышении качества профессионального развития будущих учителей. Очевидно, что результаты обучения фиксируются в самосознании обучающегося. Лучше самого студента как субъекта профессионального познания и саморазвития оценить свои внутренние психологические состояния, процессы, качества, достижения

не может никто. Адекватная самооценка этих изменений содействует саморегуляции дальнейшего профессионального становления и развития, позволяет увидеть перспективы овладения специальностью, а также зафиксировать неудачи, трудности, ошибки и скорректировать свою учебно-профессиональную деятельность. Иными словами, рефлексивная деятельность студентов помогает им учиться самостоятельно, осознанно, критически анализировать свой путь в профессию. В этом заключается главный развивающий потенциал рефлексии.

Обучение на основе рефлексивной деятельности обучающихся обеспечивает активное формирование метакогнитивных умений и коммуникативной культуры студентов. Рефлексивные умения являются важным структурным элементом коммуникативной компетентности личности. Эта компетенция позволяет специалисту успешно включаться в производственный коллектив, устанавливать благоприятные взаимоотношения с коллегами и работать в единой команде. Для представителей социономических профессий («человек – человек») коммуникабельность представляет собой важнейшее профессионально значимое личностное качество.

Рефлексивные умения личности – это умения самонаблюдения и самоанализа; умения объективно оценить свои знания, личностные качества; проанализировать свое общение с людьми; умение видеть себя глазами окружающих людей, объективно оценить их отношение; умение на основе знаний своих сильных и слабых сторон составлять и реализовывать программу личностного и профессионального самосовершенствования и др.

Цель исследования заключается в обогащении теории и практики рефлексивно-деятельностного подхода при использовании активных методов обучения в педвузе, в частности в процессе применения игровых технологий.

Реализация развивающего потенциала рефлексии в значительной мере определяется созданием в вузе так называемой *рефлексивной образовательной среды*. При этом педагогический процесс предполагает *организацию рефлексивного сопровождения* обучающихся, понимаемого как возможность создания *оптимальных условий* для студентов по освоению образовательных программ [1]. По мнению Т.Ф. Ушевой, рефлексивное сопровождение в образовательном процессе реализует следующие идеи, которые могут выступать педагогическими условиями: субъектности, индивидуализации, диалогичности – и служить педагогическими условиями: субъектности, индивидуализации, диалогичности и метапредметности [2]. Идея *субъектности* предполагает активность студента в профессиональном становлении и развитии. *Индивидуализация* обучения основывается на построении индивидуальных образовательных программ, которые создаются на основе рефлексии и оценки обучающимися своих актуальных качеств, способностей и возможностей. *Диалогичность* в рефлексивной деятельности – это осуществление самопознания в процессе межличностного взаимодействия и коллективного осмысления процессов саморазвития. Реализация идеи *метадеятельности* в рефлексивной практике предполагает возможность всестороннего осмысления профессионализации и самопознания будущего специалиста как личности и профессионала в разнообразных видах деятельности (учебной, научной, коммуникативной и др.).

Объектом рефлексии являются гностическая сфера обучающихся, способности, интересы, мотивация, эмоционально-чувственная сфера, коммуникация, межличностное взаимодействие и др. *Содержание рефлексии* – это профессиональные знания будущих учителей, умения, навыки, педагогические способности, профессиональные интересы, ценностные ориентации, эмоциональные состояния, высшие чувства, речь, невербальное поведение и др.

Рефлексивная деятельность обучающихся может осуществляться на лекциях, практических занятиях, при подведении итогов производственной практики, в самостоятельной работе студентов, подготовке в защите ВКР и др. По форме проведения рефлексия может быть устной, письменной (эссе или мини-сочинения, например «Мое выступление на семинаре», «Мой вклад в общее дело на занятии» и т.д.), проходить в форме телерефлексии (с использованием видеозаписи). Она может осуществляться на разных этапах учебного занятия: в начале, в конце, в середине по завершении тех или иных видов (циклов) учебно-познавательной деятельности.

Рефлексивная деятельность может быть коллективной и индивидуальной. Первая организуется как самооценка и взаимооценка совместной деятельности студентов на учебных занятиях, с участием преподавателя (или без него), индивидуальная рефлексия – это самоанализ студента без участия других.

Сегодня рефлексивные технологии активно используются в школьном обучении. Творческие учителя посредством разнообразных рефлексивных техник успешно решают задачи повышения качества обу-

чения и всестороннего развития личности школьников. Интересные по форме и содержанию, они могут быть использованы и в организации рефлексивной практики обучающихся в вузе: «Мини-сочинения», «Заверши предложение», «Рефлексивная мишень», «Рефлексивный ринг», «Цепочка пожеланий» и др. [3]. В них заключен самоанализ процесса, результата учебной деятельности школьников на уроке, а также атмосферы общей деятельности и межличностной коммуникации и др.

Значимый вклад в исследование рефлексивных технологий в системе вузовской подготовки педагогов внесли А.И. Алексеева, М.Н. Бурмистрова, Н.Б. Гребенникова, Н.А. Жукова, В.А. Метаева, М.Н. Прозорова, Т.Ф. Ушева, О.И. Федосеева и др.

В статье представлен опыт работы по применению рефлексивных технологий в подготовке будущих педагогов-дефектологов в Кубанском государственном университете (г. Краснодар). Выявлена высокая результативность применения рефлексивной практики обучающихся при проведении учебных занятий в форме дискуссий, диспутов, с использованием метода мозгового штурма [4, 5]. Представляется, что в рефлексивном сопровождении игровых технологий содержатся значительные возможности обогащения самопознания и самооценки обучающихся с точки зрения личностного и профессионального развития.

В высшей школе рефлексивные техники могут быть включены в структуру традиционных и активных (интерактивных) методов. Трудно переоценить роль игровых технологий в обучении человека: ребенка, школьника, взрослого. Игры стали широко использоваться и в системе профессионального образования. В них создаются условия для организации самопознания студента как субъекта социальных отношений, рефлексии собственных способностей и ограничений, определения зон личностного роста [6].

В высшей школе применяют имитационные и неимитационные игры. К первым относятся ролевые, деловые игры, метод анализа конкретных ситуаций и др. Эти игры организуются как квазипрофессиональная деятельность обучающихся, в них воспроизводятся различные ситуации профессионального взаимодействия будущих специалистов. В играх развиваются профессиональное мышление студентов, педагогические способности, креативность и творческий подход к решению типичных и нетипичных педагогических ситуаций.

Неситуационные игровые технологии – это разнообразные интеллектуальные игры. Их цель – закрепление полученных профессиональных знаний, развитие умений применять их на практике.

Рассмотрим рефлексивное сопровождение ситуационных игр. В педагогике ролевые, деловые игры часто фокусируются вокруг проблем межличностного взаимодействия субъектов образовательного процесса в типичных и нетипичных (конфликтных) ситуациях, при разрешении педагогических конфликтов, сложных ситуаций общения с родителями, коллегами, «трудными» школьниками.

И здесь объектом рефлексии является ролевое поведение участников игры: насколько оно психологически и педагогически обосновано и целесообразно, может ли привести к успеху, или, напротив, некорректно, ошибочно, может иметь негативные последствия. Студенты прежде всего оценивают грамотность и эффективность решения педагогических ситуаций, а также анализируют межличностное взаимодействие в игре (речь, невербальные средства общения участников).

В играх целесообразно сочетать рефлексию и телерефлексию. В процессе компьютеризации педагогического процесса вуза и активного внедрения информационно-коммуникационных технологий *рефлексивная практика* обучающихся совершенствуется, появляются новые возможности в оптимизации самопознания и взаимопознания будущих специалистов. Речь идет о *телерефлексии* – приеме визуализации рефлексивной деятельности. В нашей стране телерефлексия впервые была использована в организационно-деятельностных играх по методу Г.П. Щедровицкого [7]. Ее сущность заключается в использовании видеосъемки для получения видеоизображения и аудиозаписи субъекта рефлексии (рис. 1, 2). Последующая работа с видеоизображением рефлексивной деятельности студента активизирует процесс его мышления и самоанализа. Совершенствуются все виды рефлексии, так как обучающиеся анализируют собственную деятельность и взаимодействие на занятии с опорой на их наглядное отражение (зрительное, вербальное), могут увидеть себя со стороны. Как показывает практика, в ретроспективной рефлексии видеозаписи освежают память, позволяют вспомнить и более объемно увидеть картину учебного взаимодействия на занятии. Студенты подмечают важные мелочи, то, на что первоначально не обратили внимания. Появляется возможность без эмоций, более осмысленно проанализировать свою работу и общую деятельность, объективнее оценить себя и сделать правильные выводы.

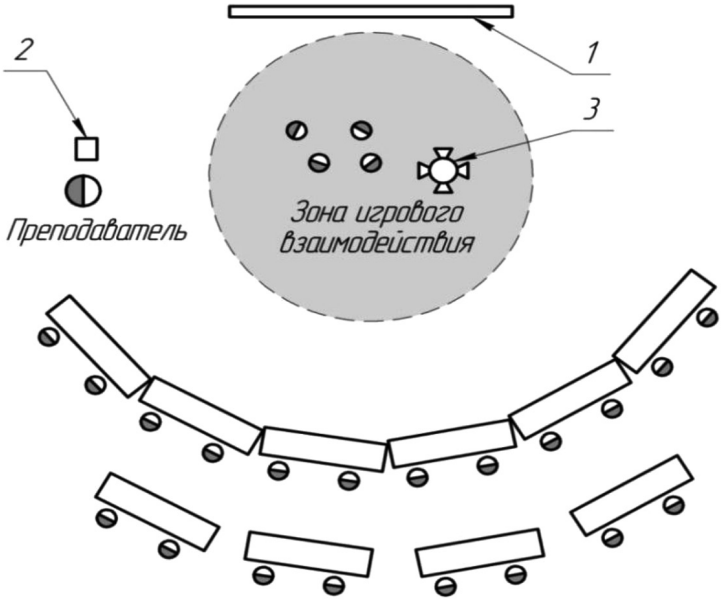


Рис. 1. Оборудование для телерефлексии ситуационной игры:
1 – экран, 2 – персональный компьютер преподавателя (ПК), 3 – видеокамера

Видеозаписи игр осуществляются с помощью видеокамеры или планшетного компьютера, смартфона. Так как компьютерные технологии представляют собой необходимый образовательный инструмент в педагогике высшей школы, возникает вопрос о том, чтобы они стали портативными, более доступными и простыми в работе. Эта задача решается путем использования портативных и мобильных ИТ-устройств: мобильных телефонов, нетбуков, карманных и планшетных ПК и т.д. На современном этапе *мобильное обучение* ((м-обучение) – mobile learning (m-learning)) приобретает в системе образования все большую популярность и распространение [8, 9].

Рассмотрим этапы ролевой игры.

1-й этап. Вводное слово преподавателя-ведущего – 1 мин.

2-й этап (основной). Игра (ролевая, деловая) или разыгрывание отдельных педагогических ситуаций.

3-й этап (рефлексивный):

– устная рефлексия студентов-зрителей (2–3 человека);

– устная рефлексия студентов – участников игры;

– коллективная рефлексия занятия.

4-й этап. Завершение занятия. Подведение итогов. Заключительное слово преподавателя.

На 4-м этапе преподаватель, анализируя процесс и результат игры, может использовать видеоматериал занятия, выводя его на экран, так как все этапы работы фиксируются с помощью камеры.

Студенты получают видеоматериал по завершении занятия. Он может быть использован для письменной ретроспективной рефлексии (написания эссе) в рамках самостоятельной работы.

Рассмотрим рефлексивные технологии при проведении неимитационных игр, например интеллектуальных. Наша практика показала, что интеллектуальные игры целесообразно организовывать как эклектику известных телевизионных игр: «Брейн-ринг», «Своя игра», КВН и др. Студенты под руководством преподавателя готовят вопросы, задания для игры, составляют кроссворды, подбирают наглядный материал и др.

Рефлексия и телерефлексия интеллектуальной игры осуществляются по аналогии с рефлексией ситуационных игр. Рассмотрим конкретные рефлексивные техники, которые используются в процессе анализа и самоанализа игрового взаимодействия. В конце занятия в процессе коллективного подведения итогов студентам предлагается одним словом оценить игру, ее содержание, эмоциональный отклик и отношение к ней (рефлексивная техника «Назови одним словом») в устной или письменной форме. Приведем примеры использования этой техники при подведении итогов интеллектуальной игры по теме «Психология младшего школьника» (дисциплина «Возрастная психология», 2-й курс).

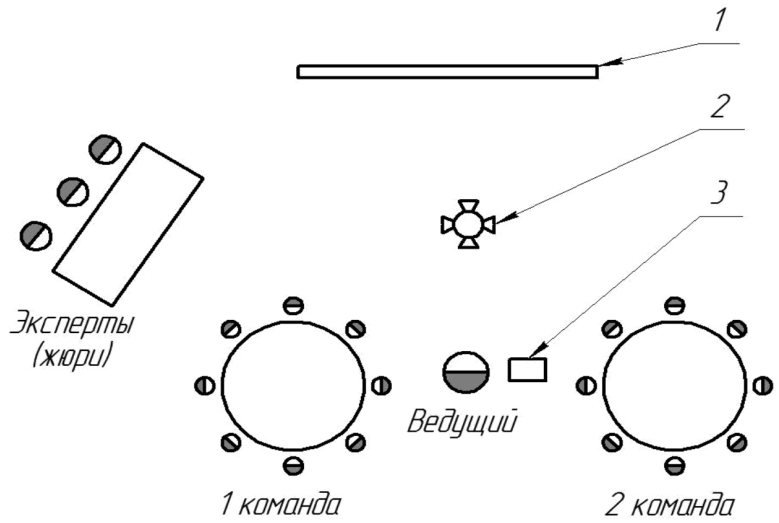


Рис. 2. Оборудование для телерефлексии неситуационной игры:
1 – экран, 2 – видеокамера, 3 – персональный компьютер преподавателя (ПК)

Студенты дали следующие определения: «азарт», «интерес», «знания», «ответственность», «стратегия», «веселье», «сплоченность», «увлекательно», «соперничество», «обида», «любопытство», «соревнование», «интересно», «активность», «счастье», «несправедливость».

Приведем примеры обобщенных оценок этой игры, которые студенты показали в рефлексивной технике «Заверши предложение». Обучающимся было предложено закончить предложение «В игре я…». Из письменных высказываний студентов: «В игре я заполнила пробелы новыми знаниями», «… я узнала много нового», «… я отлично провела время, это было очень интересно, мы были объединены общей целью – победить», «…я сосредоточена, расцениваю как вызов – надо победить», «… я переживала за свою команду, присутствовал дух соперничества. Осознавала свои слабые и сильные стороны», «… я всегда принимаю участие с удовольствием. Было интересно узнать новую информацию», «… я почувствовала прилив эмоций, желание одержать победу», «… я чувствовала себя прекрасно, потому что это была работа в команде. Было желание выучить больше материала, чтобы наша команда заняла первое место», «… я учусь контактировать с людьми», «… я проявляю свои умственные способности и могу узнать что-то новое», «… я узнаю новое, игра – это всегда интересно, но, если нужно дать быстрый ответ, не успеваю в связи с личностными особенностями. Это грустно. Но в любом случае в игре благодаря эмоциям информацию запоминаю лучше». Таким образом, студенты отмечают, что в играх как в интересной, увлекательной и эмоционально насыщенной деятельности успешно усваиваются знания по теме, заполняются пробелы в учебном материале, формируются коммуникативные умения и навыки, осознаются достоинства и недостатки в профессиональном саморазвитии.

Без сомнения, рефлексивная практика обучающихся помогает преподавателю оценить успешность проведенных занятий, осмыслить положительное, проанализировать недостатки.

Выводы

Применение рефлексивных технологий в педагогическом вузе обусловлено актуализацией компетентностной парадигмы в профессиональной подготовке будущих учителей. Рефлексивное сопровождение учебно-профессиональной деятельности обучающихся предполагает создание особых педагогических условий, обеспечивающих реализацию идей субъектности, индивидуализации, диалогичности и метапредметности.

Нацеленность педвуза на формирование рефлексивных умений и в целом рефлексивной деятельности обучающихся содействует развитию у будущих педагогов позиции субъекта, способного управлять своим профессиональным развитием.

В рефлексивном сопровождении целесообразно применять разнообразные виды технологии и техники рефлексии. Их использование зависит от основных форм

и методов проведения учебных занятий. В играх рефлексивная практика содействует повышению учебной мотивации студентов, а также развитию осознанности, критичности и творческого подхода в учебно-профессиональной деятельности. Использование телерефлексии усиливает объективность в самооценке студентов и реалистичность в определении зон личностного роста и развития.

Представляется, что логическим продолжением представленного исследования будет разработка методических рекомендаций по использованию рефлексивных технологий в вузовской подготовке будущих педагогов. Требуют дальнейшего изучения вопросы организации коллективной рефлексии на учебных занятиях, определения эффективности устной и письменной рефлексии, самопознания с применением телерефлексии. Несомненный интерес представляет проблема профессиональной и личностной готовности преподавателя к осуществлению рефлексивного сопровождения образования будущих учителей.

Список литературы

1. Белобородова М.Е. Рефлексивная деятельность студентов в учебном процессе и особенности ее организации в виртуальной информационной среде // Информационные компьютерные технологии в образовании // Вестник ПГГПУ. 2013. Вып. 9. С. 59–63.

2. Ушева Т.Ф. Педагогические аспекты рефлексивного сопровождения студентов // Современные исследования социальных проблем. 2017. Т. 8. № 2–2. С. 231–236.

3. Кашлев С.С. Современные технологии педагогического процесса: пособие для педагогов. Мн.: Высшая школа, 2002. 95 с.

4. Куцеева Е.Л., Куцеев В.В. Рефлексия – феномен сознания в педагогическом процессе // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2017. № 1. С. 120–125.

5. Куцеева Е.Л., Куцеев В.В. Развитие перцептивно-рефлексивных процессов у обучающихся в дискуссии // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. № 51. С. 89–93.

6. Шибалов Е.Ю. Педагогические условия использования социально-моделирующих игр как средства социального воспитания студентов вуза // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Социокинетика. 2011. Т. 17. № 4. С. 168–171.

7. Щедровицкий Г.П. Организационно-деятельностные игры. Сборник текстов. М.: Наследие ММК, 2005. 320 с.

8. Голицына И.Н., Половникова Н.Л. Мобильное обучение как новая технология в образовании // Образовательные технологии и общество. 2011. № 1. С. 241–252.

9. Заседатель В.С., Сербин В.А. Мобильное обучение в концепции современного образования // Открытое и дистанционное образование. 2014. № 4. С. 77–87.

УДК 378.17

ОСОБЕННОСТИ СОПРОВОЖДЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Мажаров В.Н., Ходжаян А.Б., Маяцкая Н.К., Горбунова В.В.

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, e-mail: ozdstgma@yandex.ru, uchpro@stgmu.ru, mayatskaya_nata@mail.ru, vellsav@mail.ru

В статье анализируются особенности и проблемы организации сопровождения студентов с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья в медицинском университете. В ходе исследования выделены сложности процесса социальной адаптации и профессионального развития обучающихся с инвалидностью. В статье отмечается, что студенты с инвалидностью, обучающиеся в медицинском вузе, испытывают повышенную потребность в создании системы комплексного сопровождения, поскольку медицинская профессия обладает особой сложностью и ответственностью: высоким объёмом необходимых знаний и компетенций, повышенными физическими и психоэмоциональными нагрузками, высоким риском развития профессиональных заболеваний и эмоционального выгорания, необходимостью формирования определённых черт характера и развитых коммуникативных способностей. Сопровождение обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья в Ставропольском государственном медицинском университете включает в себя несколько этапов: сопровождение профориентационной работы на довузовском этапе и этапе проведения вступительных испытаний, комплексное сопровождение студентов с инвалидностью в период получения профессионального образования, содействие трудоустройству и постдипломное сопровождение. В заключение сформулированы ведущие направления по развитию доступной среды для студентов с инвалидностью и совершенствованию технологий сопровождения, сделан вывод об актуальности повышения эффективности профориентационной работы и степени осведомлённости абитуриентов с инвалидностью об ограничениях к осуществлению профессиональной деятельности.

Ключевые слова: медицинское образование, инвалиды, доступная среда, социальное сопровождение, профессиональная адаптация, профессиональное развитие

SPECIAL FEATURES OF SUPPORTING STUDENTS WITH DISABILITIES IN A MEDICAL UNIVERSITY

Mazharov V.N., Khodzhayan A.B., Mayatskaya N.K., Gorbunova V.V.

Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: ozdstgma@yandex.ru, uchpro@stgmu.ru, mayatskaya_nata@mail.ru, vellsav@mail.ru

The article analyzes the features and problems of organizing support for students with disabilities and disabilities at a medical university. The study highlighted the complexities of the process of social adaptation and professional development of students with disabilities. The article notes that students with disabilities studying at a medical university have an increased need to create a system of integrated support, since the medical profession has a special complexity and responsibility: a high volume of necessary knowledge and competencies, increased physical and psychoemotional loads, a high risk of developing professional diseases and emotional burnout, the need to form certain character traits and developed communicative abilities. Support for students with disabilities and disabilities at Stavropol State Medical University includes several stages: support for career guidance at the pre-university stage and the stage of conducting entrance tests, comprehensive support for students with disabilities during vocational education, employment promotion and post-graduate support. In conclusion, leading directions on the development of an accessible environment for students with disabilities and the improvement of support technologies are formulated, the conclusion is made that it is relevant to increase the efficiency of career guidance work and the degree of awareness of applicants with disabilities about restrictions to carry out professional activities.

Keywords: medical education, disabled people, accessible environment, social support, professional adaptation, professional development

Общемировые тенденции в развитии современного общества и государственная политика Российской Федерации определяют необходимость повышения доступности профессионального образования для лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья. Гарантии прав людей с инвалидностью на получение высшего профессионального образования и необходимость создания специальных условий для получения образования обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья регламентируются ст. 79 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1]. Вместе с тем обучающиеся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья представляют собой особую социальную группу, обусловленную высоким риском социальной уязвимости при получении профессионального образования и трудоустройства.

Сложности процесса социальной адаптации и профессионального развития об-

учающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) обусловлены следующими факторами:

– наличием ограничений в состоянии здоровья, затрудняющих эффективную коммуникацию и взаимодействие, полноценное удовлетворение личностных и профессиональных потребностей;

– рассогласованием личностных ожиданий и ориентаций, характерных для лиц с инвалидностью, с требованиями профессиональной образовательной среды, в том числе и будущей профессиональной деятельности;

– высоким риском формирования барьеров, вызванных стигматизацией лиц с инвалидностью в современном российском обществе.

Обеспечение успешной профессиональной адаптации и профессионального развития определяет необходимость создания для данной категории обучающихся эффективной системы комплексного сопровождения от этапа профориентационной работы с абитуриентами до постдипломного сопровождения и содействия трудоустройству.

Цель исследования: анализ особенностей и основных проблем организации системы социального сопровождения студентов с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья в медицинском вузе.

Материалы и методы исследования

Методологическую и теоретическую основу исследования составили фундаментальные и прикладные работы отечественных и зарубежных авторов в области основных факторов и механизмов комплексного сопровождения обучающихся с инвалидностью в системе высшего профессионального образования. Эмпирической базой исследования выступили результаты анкетирования обучающихся с инвалидностью в Ставропольском государственном медицинском университете. В исследования приняли участие 160 обучающихся с инвалидностью. Исследование проводилось в форме анкетирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Студенты с инвалидностью, обучающиеся в медицинском вузе, испытывают повышенную потребность в создании системы комплексного сопровождения, поскольку медицинская профессия и процесс получения медицинского образования имеют следующие особенности:

– содержание медицинского образования определяет необходимость большого объёма профессиональных знаний и компетенций как в период получения образования, так и в процессе профессиональной деятельности;

– повышенные физиологические эмоционально-психологические нагрузки, вызванные высокий интенсивностью, юридической и моральной ответственностью профессиональной деятельности врача;

– повышенный риск развития профессиональных деформаций и эмоционального выгорания;

– высокий риск профессиональных заболеваний и инфицирования;

– обязательное наличие определённых черт характера: доброты, тактичности, отзывчивости, терпения, выносливости, выдержки, самообладания и др.;

– развитый уровень коммуникативных способностей, владение навыками бесконфликтного поведения с различными категориями пациентов, умение работать в команде [2].

Сложность и ответственность медицинской профессии определяют необходимость активизации профориентационной работы с абитуриентами с инвалидностью, знакомство с особенностями и основными требованиями, предъявляемыми к различным медицинским специальностям.

Министерством образования и науки разработаны методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса [3]. С целью координации деятельности по созданию специальных условий для получения образования лицами с инвалидностью и ОВЗ в Ставропольском государственном медицинском университете создан Центр инклюзивного образования.

На 1 октября 2020 г. в Ставропольском государственном медицинском университете обучались 160 студентов с инвалидностью, из них 151 человек по программам специалитета и 9 по программам бакалавриата (таблица). В 2020 г. на обучение поступил 41 студент с инвалидностью: 10 – на стоматологический факультет, 25 – на лечебный, 3 – на педиатрический и 3 – на факультет гуманитарного и медико-биологического образования.

Несмотря на наличие инвалидности, ограничения в состоянии здоровья студентов, обучающихся в университете, позволяют обучаться им на общих основания без необходимости разработки адаптированных образовательных программ.

Численность студентов с инвалидностью в Ставропольском государственном медицинском университете

Специальность	Численность студентов с инвалидностью	Из них: с нарушениями зрения	Из них: с нарушениями слуха	Из них: с нарушениями ОА (мобильные)	Из них: иные нарушения
31.02.01 Лечебное дело	100	13	1	14	72
31.05.02 Педиатрия	21	5	2	3	11
31.05.03. Стоматология	27	5	1	12	9
39.3.02 Социальная работа	4	1	1	2	–
19.03.01 Биотехнология	1	–	–	1	–
37.05.01. Клиническая психология	3	–	–	1	2
44.03.03. Специальное (дефектологическое) образование	3	1	–	–	2
49.03.02. Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (АФК)	1	1			
Всего	160	26	5	33	96

С целью определения потребности студентов в создании специальных условий обучения и направлений социального сопровождения студентам предлагается заполнить анкету. Все студенты, участвующие в исследовании, ориентированы на очное обучение в группе со студентами без ограничений по здоровью как наиболее удобную форму обучения для получения знаний и квалификаций по выбранной специальности, за исключением двух студентов, поступавших и обучающихся на заочной форме обучения по программам бакалавриата.

29% опрошенных отметили, что нуждаются в сопровождении процесса получения профессионального образования 67% студентов-инвалидов указали, что считают полезными различные формы сопровождения в процессе обучения, лишь 4% отметили, что не испытывают потребности ни в каких формах социального сопровождения.

Сопровождение обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья в Ставропольском государственном медицинском университет включает в себя несколько этапов:

1. Сопровождение профориентационной работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья на довузовском этапе и этапе проведения вступительных испытаний. Организация эффективного сопровождения абитуриентов с инвалидностью на довузовском этапе является важнейшим условием не только успешной адаптации к учебному процессу в образовательном учреждении, но и гарантией эффективного трудоустройства. Сложность профессиональной ориентации лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья обусловлена следующими факторами:

– выбор профессиональной деятельности и места трудоустройства ограничен в связи с имеющимися проблемами в состоянии здоровья;

– абитуриенты с инвалидностью недостаточно информированы о профессиях, профессиональной подготовке, состоянии на рынке труда и требованиях квалификационных характеристик и работодателей;

– подростки и молодые люди с инвалидностью очень часто плохо адаптированы в социальной среде, имеют достаточно ограниченный круг контактов и уровень развития социальных компетенций, им свойственны социальный инфантилизм, иждивенческие установки, неадекватные представления о своих личностных качествах и физических возможностях.

С целью более эффективной организации профориентационной работы сотрудниками Ресурсного учебно-методического центра по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разработан атлас медицинских профессий, доступных для овладения лицами с особыми образовательными потребностями с учётом нарушенных функций организма и имеющих наибольшую возможность быть востребованными на современном рынке труда. Атлас содержит описание нарушенных функций, степень их выраженности, а также перечень трудовых функций и ограничений в состоянии здоровья, предъявляемых к квалификации различных медицинских специалистов [4]. Данный атлас облегчает процесс профессионального самоопределения лиц с инвалидностью в будущей профессиональной деятельности.

Самыми востребованными формами профориентационной работы являются индивидуальные консультации абитуриентов и их родителей по вопросам приема, обучения и будущей профессиональной деятельности с учетом нозологии, состояния здоровья и интересов лиц с инвалидностью.

2. Комплексное сопровождение студентов с инвалидностью в период получения профессионального образования. Комплексное сопровождение образовательного процесса обучающихся с инвалидностью осуществляется на основе рекомендаций учреждений медико-социальной экспертизы или психолого-медико-педагогической комиссии, запросов и потребностей самих инвалидов.

Организационно-педагогическое сопровождение ориентировано на обеспечение контроля учебной деятельности студентов-инвалидов, организацию индивидуальных консультаций с преподавателями для студентов, испытывающих трудности в овладении учебным материалом, содействие в проведении промежуточной и итоговой аттестации, коррекцию трудностей во взаимоотношениях между преподавателями и студентами и т.п. Организационно-педагогическое сопровождение предполагает также при необходимости разработку адаптированной образовательной программы, специального учебно-методического обеспечения для инвалидов с различными видами нозологий.

Содержание психолого-педагогического сопровождения направлено на содействие в решении проблем обучающихся, возникающих в процессе обучения, общения и социальной адаптации. Данное направление работы предполагает использование психодиагностических процедур, психопрофилактики и коррекции личностных искажений.

Основными направлениями медико-оздоровительного сопровождения являются диагностика физического состояния обучающихся, применение оздоровительных мероприятий по сохранению здоровья, повышение адаптационного потенциала.

Важными направлениями социального сопровождения обучающихся с инвалидностью являются помощь в решении социально-бытовых проблем, содействие в получении социальных выплат, материальной помощи, стипендиального обеспечения.

Социокультурная реабилитация студентов-инвалидов представляет собой совокупность условий и мероприятий, организуемых в вузе, с целью компенсации ограничений в их жизни и деятельности, вызванных нарушениями в состоянии здоровья, и адаптации к современным социокультурным условиям с использованием средств искусства, творчества, культуры [5].

Условиями и технологиями успешной адаптации к вузу студентов с инвалидностью и ОВЗ по мнению специалистов являются:

– создание в образовательном учреждении атмосферы толерантности и поддержки обучающихся с ОВЗ;

– подготовка педагогов к профессиональной деятельности в условиях инклюзивного образования, к осуществлению сопровождения индивидуальной образовательной траектории обучающимися с ОВЗ;

– согласие студентов с инвалидностью и ОВЗ на помощь, готовность к взаимодействию со специалистами, оказывающими поддержку;

– приоритет самого студента в решении собственных проблем и трудностей;

– соблюдение принципа конфиденциальности, особенно при проведении диагностических методик, бесед, психологических консультаций [6].

3. Содействие трудоустройству и постдипломное сопровождение лиц с инвалидностью. Несмотря на многочисленные меры социальной поддержки, лица с инвалидностью относятся с неконкурентным категориям работников на рынке труда, большинство из них непривлекательны для работодателей, поскольку организация рабочего места требует создания специальных условий и режима труда, повышенных обязательств от работодателей.

Успешная интеграция и адаптация студентов с инвалидностью в условиях профессинального образования обеспечивается созданием толерантной социокультурной среды и развитием инклюзивного волонтерского движения. Это обеспечивается, с одной стороны, формированием компетенций у профессорско-преподавательского состава в области создания инклюзивной образовательной среды, а с другой – подготовкой волонтеров из числа студентов университета к эффективному вхаимодействию с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

С целью овладения организационно-правовыми основами инклюзивного образования в вузе, освоения адаптированных образовательных программ и методик эффективного взаимодействия в Ставропольском государственном медицинском университете реализуется обучение по программе повышения квалификации для профессорско-преподавательского состава по программе «Организационно-методические основы инклюзивного образования в высшей шко-

ле» и для учебно-вспомогательного и административно-хозяйственного персонала по программе «Психологическое сопровождение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)». С целью развития инклюзивного волонтерства в вузе организовано проведение обучающих семинаров по программе «Подготовка волонтёров к сопровождению лиц с ОВЗ и инвалидностью».

Заключение

В целом в Ставропольском государственном медицинском университете созданы все необходимые условия для сопровождения студентов с инвалидностью и ОВЗ.

Ведущими направлениями по развитию доступной среды для студентов с инвалидностью и ограниченными возможностями и совершенствованию технологий сопровождения являются:

– повышение компетентности профессорского-преподавательского, учебно-вспомогательного и административно-хозяйственного персонала в области организации инклюзивного взаимодействия и реализации адаптивных образовательных технологий;

– совершенствование материально-технической базы вуза, повышение условий доступности для обучающихся с различными видами нарушений в состоянии здоровья;

– совершенствование работы по созданию толерантной среды, развитию инклюзивного волонтерства;

– повышение эффективности профориентационной работы и степени осведомлённости абитуриентов с инвалидностью об ограничениях к осуществлению профессиональной деятельности;

– внедрение инновационных технологий в реализацию комплексного сопровождения лиц с инвалидностью и ОВЗ в условиях высшего профессионального образования.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/70291362/ (дата обращения: 25.03.2021).

2. Ходжаян А.Б., Гевандова М.Г., Маяцкая Н.К., Савченко В.В. Проблемы адаптации первокурсников к обучению в медицинском университете // Современные наукоёмкие технологии. 2016. № 2–2. С. 389–392.

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утв. Министерством образования и науки РФ 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/70680520/ (дата обращения: 25.03.2021).

4. Оськин Д.Н. Крестьянинова О.А. Атлас медицинских профессий, доступных для овладения лицами с особыми образовательными потребностями с учетом нарушенных функций организма и дающих наибольшую возможность быть востребованными на современном рынке труда. Рязань: ОТСтОП, 2020. 91 с.

5. Горюнова Л.И., Гутерман Л.А. Организация социокультурной реабилитации обучающихся с инвалидностью и ОВЗ в условиях университетского образования // Проблемы современного педагогического образования. 2016. № 1 (52). С. 17–23.

6. Козловская Г.Ю., Борозинец Н.М. Инклюзивная политика и инклюзивная практика в вузе: учебное пособие. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2020. 198 с.

УДК 37.086

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МЫСЛЬ ПРОСВЕТИТЕЛЯ НАЧАЛА XX В. Г. ГУБАЙДУЛЛИНА О НАУЧНОМ ИССЛЕДОВАНИИ, ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

[1]Маликов Р.Ш., [1]Мухаметшин А.Г., [2]Мифтахов А.Ф.

[1]ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», Набережные Челны, e-mail: rustiku@bk.ru;

[2]Елабужский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабуга

Современная система образования и педагогическая наука достигли определенных высот благодаря огромной научной и практической деятельности многих просветителей прошлого, среди которых и Газиз Салихович Губайдуллин (1887–1937). Критическое переосмысление деятельности и научно-творческого наследия просветителя с современной точки зрения позволит раскрыть суть и значение его трудов для истории образования и педагогической мысли. Следует отметить, что в свое время педагогическая мысль просветителей прошлого способствовала движению вперед науки, практики обучения и воспитания. Г. Губайдуллин, будучи историком по образованию, еще в студенческие годы выдвигал критические мысли о методах обучения в учебных заведениях старого типа, которые актуальны, как ни странно, и в настоящее время. Г. Губайдуллин является не только теоретиком образования, но и хорошим организатором и участником процесса преподавания и воспитания. Привлечение мыслей первого в истории татарского профессора Г. Губайдуллина в учебно-воспитательный процесс способствует расширению кругозора студентов, учителей, педагогической общественности о развитии образования, вооружает бесценным материалом, необходимым в ежедневной рутинной преподавательской деятельности. Г. Губайдуллин был не единственным просветителем начала XX в. Это целый пласт ученых-практиков, деятельность и педагогическое творчество которых ждут своей очереди исследования в различных архивах страны.

Ключевые слова: история, педагогика, образование, воспитание, педагогическая мысль, начало XX в., Газиз Губайдуллин

PEDAGOGICAL THOUGHT OF THE EDUCATOR OF THE EARLY TWENTIETH CENTURY G. GUBAIDULLIN ON SCIENTIFIC RESEARCH, THE PROCESS OF EDUCATION AND UPBRINGING

[1]Malikov R.Sh., [1]Mukhametshin A.G., [2]Miftakhov A.F.

[1]Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, e-mail: rustiku@bk.ru;

[2]Yelabuga Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga

The modern education system and pedagogical science have reached their apogee, thanks to the huge scientific and practical activities of many educators of the past, including Gaziz Salikhovich Gubaidullin (1887–1937). A critical rethinking of the activities and scientific and creative heritage of the educator from a modern point of view will reveal the essence and significance of his works for the history of education and pedagogical thought. It should be noted that at one time, the pedagogical thought of the enlighteners of the past contributed to the advancement of science, the practice of teaching and education. Gubaidullin, being a historian by education, even in his student years put forward critical thoughts about the methods of teaching in educational institutions of the old type, which are relevant, oddly enough, and now. G. Gubaidullin is not only a theorist of education, but also a good organizer and participant in the process of teaching and education. Attracting the thoughts of the first Tatar professor in the history of the Russian Academy of Sciences. Gubaidullin's contribution to the educational process would help to expand the horizons of students, teachers, and the pedagogical community about the development of education, and would equip them with invaluable material necessary for daily routine teaching activities. G. Gubaidullin was not the only educator of the early twentieth century. This is a whole layer of practical scientists, whose activities and pedagogical creativity are waiting for their turn to be studied in various archives of the country.

Keywords: history, pedagogy, education, upbringing, pedagogical thought, the beginning of the XX century, Gaziz Gubaidullin

Особый интерес в истории национального образования и педагогической мысли представляет начало XX в., когда стремление к новому и критика старого достигли своей вершины. Старые методы преподавания, несмотря на сильную критику, оставались на прежнем уровне, чему способствовал консерватизм системы образования. Чтобы двигать науку и процесс просвещения, нужны были сильные духом и нетрадиционно мыслящие люди, которые сами бы обладали истинно научными знаниями. Такими стали в конце XIX в. Каюм Насыйри, Шигабутдин Марджани и иные, эстафету которых продолжили другие просветители начала XX в., среди которых оказался и Г. Губайдуллин, которому была поручена особая миссия – просвещение народа, передача молодому поколению культурной ценности народа и богатого исторического прошлого. Он был наиболее подготовленным среди десятков просветителей этого периода, о чем свидетельствуют его энциклопедический ум ученого-историка, пе-

дагогический и организаторский талант практика, мастерство писателя и публициста. Начав свою научную деятельность еще в студенческие годы, он оставил яркий след в организации школьного дела и вузовского преподавания.

Его деятельность не ограничивалась историческим образованием, формированием общественно-исторического сознания. Он сыграл значительную роль в перестройке учебной и воспитательной работы в школах региона, в создании и развитии высшего педагогического образования в Республике Татарстан, в подготовке высококвалифицированных научно-педагогических кадров. К настоящему времени глубоко изучены биография, историческое наследие и литературное творчество ученого, но недостаточно освещены его педагогическая деятельность и вклад в педагогическую теорию, что позволило бы восполнить имеющиеся пробелы в истории педагогики того периода и целостном представлении постановки учебно-воспитательного процесса начала XX в.

Целью исследования является выявление общественно-педагогических мыслей просветителя начала XX в. Г. Губайдуллина о принципах научного исследования, процессе преподавания, подготовке учителя к уроку, самообразовании преподавателя, дидактике.

Материалы и методы исследования

Многие материалы о Г. Губайдуллине до сих пор лежат неизученными в госархивах, среди них есть открытые и засекреченные. В исследовании мы пользовались книгами и брошюрами просветителя, изданными при жизни и после его смерти, воспоминаниями о нем и его деятельности, материалами интернет-ресурсов, изданиями по случаю юбилеев Г. Губайдуллина. К сожалению, во многих источниках о нем не упоминаются его просветительская деятельность и педагогические труды [1].

Предыдущее наше исследование наследия Г. Губайдуллина посвящено его историко-педагогическим трудам, которые появились на свет благодаря его общественно-педагогической деятельности, в исследовании мы отметили его мысль о том, что «должен быть открыт путь к свободе исследования, привлечения разных методик и направлений, как и в других направлениях науки и практики» [2, с. 84].

Методами исследования являются анализ работ ученого и обобщение его просветительских мыслей, исторический подход к событиям и явлениям, индукция, абстрагирование, сравнение и сопоставление исторического прошлого и реальности.

Результаты исследования и их обсуждение

Если до 1917 г. жизнь, деятельность и научное творчество Г. Губайдуллина проходили в период подготовки к глобальным переменам, то послереволюционное тревожное время заставляло ученого скитаться по чужбине. Отец Газиза – Салих Губайдуллин – был дальновидным, образованным и активным человеком. Он являлся учеником Ш. Марджани – великого просветителя всех времен. Повышал образование самостоятельно, изучал экономику, предпринимательство, выучил русский язык. Продолжая дело своего отца, стал богатым и известным купцом [3].

Мать – Уммегульсум Губайдуллина – являлась дочерью известного, богатого купца Айтуганова. Она также была очень умной, образованной и талантливой женщиной. Занималась музыкой и любила читать, детям с детства также прививала интерес к книгам, музыке, научила их читать и писать на уровне начального образования [3].

Салих Губайдуллин в своих взглядах был более консервативным и не принадлежал к числу прогрессивных татарских купцов. На этой почве на протяжении многих лет происходило немало конфликтов между отцом и сыном, но все-таки стремление Газиза к образованию, науке всегда брало вверх, и с течением времени отец смирился и не стал препятствовать ему сначала обучению русскому языку, знакомству с русской и европейской литературой, подготовке к сдаче аттестата зрелости, а в дальнейшем – и получению высшего исторического образования, да и вообще занятиям наукой. Хотя он всегда надеялся, что сын продолжит его дело. Таким образом, Г.С. Губайдуллин рос очень любознательным и подвижным, перенял от своих родителей многие их положительные качества – целеустремленность, самостоятельность, решительность, интерес к книгам, которые впоследствии способствовали его становлению как ученого и педагога.

Советская власть не смогла простить Г. Губайдуллину его социальное происхождение; как и многие другие ученые, литераторы, он был репрессирован. После 1930-х гг. его имя напрочь исчезает из уст общественности. Лишь после ухода вождя имя Г. Губайдуллина вновь возвращается в мир науки, литературы и просвещения благодаря его трудам, которые являются вечным памятником, воздвигнутым самому себе [4].

Первым педагогическим печатным наследием Г. Губайдуллина явилось мето-

дическое пособие под названием «Письменная работа: для шакирдов начальной школы» («Язу эше», Оренбург, 1911 г.), изданное для учащихся начальных классов, которое стало значимым научно-методическим трудом, полезным для учителей начальных классов и других работников народного просвещения. Таким образом, будучи студентом первого курса историко-филологического факультета Казанского университета, Г. Губайдуллин издает свою первую работу в области образования.

Следует отметить еще одну работу, опубликованную в этом же году в книге «Великие люди и их произведения» («Олуг кешеләр һәм аларның әсәрләре») на татарском языке. Это критическая статья Г. Губайдуллина к произведению известного классика татарской литературы, общественного деятеля Гаяза Исхаки «Исчезновение через двести лет» («Ике йөз елдан соң инкыйраз»), написанному им в 1902 г. Работа примечательна тем, что, во-первых, после ее прочтения приходишь к выводу, что Г. Губайдуллин – прирожденный человек науки, уже в юном возрасте он смог написать такую объемную и весьма подробную статью, раскрыв различные проблемы, выдвигаемые Г. Исхаки.

Во-вторых, в его анализе произведения содержатся несколько интересных мыслей педагогического характера. Молодой ученый критикует кажущийся ему низким уровень образованности татар в начале XX в. Также он не согласен с определением Г. Исхаки понятия «интеллигенция», куда он включил мысль о том, что «обучение русскому языку характерно только для интеллигенции». По мнению Г. Губайдуллина, человек становится интеллигентом только тогда, когда получит образование, независимо от богатства и сословия.

В-третьих, в работе можно заметить и немало приемов работы с подвергаемым критике материалом, его методы анализа, важные при написании научно-исследовательских работ. Например, интересны рассуждения Г. Губайдуллина о литературе, идеях, повлиявших на содержание или структуру созданного произведения, или об изученности тематики своей работы, т.е. анализ того, были ли до него критические статьи на это произведение. Важно не содержание этих рассуждений, а сам факт, показывающий, что, прежде чем начать исследовательскую работу, необходимо изучить разработанность темы научной работы. Далее можно заметить рассуждения молодого критика Г. Губайдуллина относительно причин и факторов, повлиявших на «исчезновение». При этом важен сам факт, что он выявляет эти причины и как их раскрывает. Показательно еще и то, как молодой ученый говорит о мнении Г. Исхаки о национальности, приводя различные определения этого слова, показывая тем самым яркий пример анализа термина или определения, а также свою начитанность и широкий кругозор знаний. В-четвертых, критик в некоторых местах раскрывает деятельность Г. Исхаки и как педагога.

В студенческие годы из-под пера будущего первого татарского профессора выходят еще две работы педагогического характера: статьи «Логика в религиозных медресе» («Дин мәдрәсәләрендә мантыйк») и «Преподавание истории в религиозных медресе» («Дин мәдрәсәләрендә тарих укыту»), которые издавались в журнале «Школа» («Мәктәп»). Работы содержат в себе весьма интересный и полезный материал, но, если сравнивать их с более поздними работами Г. Губайдуллина, то, конечно же, чувствуется большая разница в стиле работ, в их научности и системности.

В статье «Логика в религиозных медресе» (Школа. 1913. № 2. С. 42–44) Г. Губайдуллин пишет о необходимости обращения внимания на ценности наук, преподаваемых в старых медресе, раскрытии их значения в полном смысле этого слова только с 1905 г., т.е. после февральской и октябрьской революций. Среди них была и логика, которая подверглась самой большой критике. Молодой ученый был очень раздосадован таким отношением к этой науке и высказал мысль, что разрушать все легко, а обратно восстановить очень тяжело. Точно так же и логика, введенная в учебный план медресе как самостоятельный предмет, тоже практически уничтожена. Хоть и осталось что-то в учебных программах, но в связи с изъятием книг по логике и отсутствием преподавателей новой логики предмет ликвидирован. Ко всему прочему, не прекращается ее очернение. Таким образом, Г. Губайдуллин раскрывает причины постепенного исчезновения этой науки, а также недоверия к ней со стороны учеников-шакирдов. Показывая важность логики для памяти, он отмечает ее необходимость для понимания религиозной науки фикх, математики (для доказательств), а также для науки, изучающей природу. Следовательно, логику как учебный предмет следует сохранить.

Молодой ученый считает, что подготовка преподавателей и создание учебников по логике является важной проблемой, но, прежде чем создать новую логику, следует провести отдельное исследование, раскрывающее суть этой науки, а лучше всего издать книгу или брошюру о ней.

Г. Губайдуллин пишет и о русской женской гимназии, где при написании учебных пособий применяется метод, суть которого состоит в том, чтобы в один учебник включить и религиозные, и логические, и педагогические науки. В свою очередь, для татар необходимо написать учебник по педагогике, но не коротко, а, наоборот, полнее и объемнее, поскольку выпускники медресе в большинстве случаев становятся учителями. Молодой ученый считает, что в учебник, посвященный логике и науке о религии, можно добавить вкратце и философские идеи, и, если выпустить обо всем этом статью или брошюру, то изменится отрицательное мнение шакирдов относительно логики, так как они заметят общую закономерную связь между логикой и философией с религией, поймут ее необходимость и важность изучения.

Статья «Преподавание истории в религиозных медресе» (Школа. 1913. № 9. С. 218–222) представляет собой педагогический труд, посвященный роли исторической науки и особенностям ее преподавания. Работа состоит из трех частей. В первой из них рассказывается о важности исторической науки, во второй и третьей – о способах изложения материала, методах и приемах преподавания, о подготовке к уроку.

В первой части можно ознакомиться с мыслями ученого о том, что историческая наука способствует развитию мышления учащихся, улучшает их память, воображение. Учащиеся не просто узнают о каких-то определенных датах, а начинают выявлять причинно-следственные связи между событиями. При чтении или ознакомлении с какой-либо исторической личностью или событиями дети пропускают все через себя и начинают представлять эти события, а также личности. Параллельно у учащихся улучшается речь. Не стоит забывать и о важности понимания смысла, т.е. посредством уроков истории учащиеся узнают о прошлом человечества, своего народа, знакомятся с путями развития культуры. Материалы истории обогащают знания учащихся, а также учат их давать оценку людям и событиям.

Немалую роль историческая наука играет и в патриотическом воспитании молодежи. Кроме того, автор подчеркивает сложность преподавания истории как предмета, требующего больших знаний и таланта учителя. Чтобы хорошо преподавать этот предмет, учителю необходимо много знать, совершенствоваться в этом направлении, хорошо готовиться к урокам. К тому же он, по возможности, должен ознакомиться с новыми историческими книгами, в том числе зарубежных авторов. Вообще, Г. Губайдуллин считает, что, если человек не развивается, не самосовершенствуется, то у него и знания уменьшаются, поэтому такой человек не имеет права быть учителем.

Вторая часть посвящена преподаванию истории в школах. Значительное внимание уделяется речи преподавателя. Она должна быть четкой, ясной, понятной, эмоциональной и проникающей. В связи с ограниченностью времени урока учителю из прочитанного в ходе подготовки к уроку необходимо рассказывать учащимся только самое основное. При объяснении нового материала учитель вправе уделять одним детям больше внимания, а другим – меньше. Сложные, запутанные темы он должен рассказывать сам, а более легкие может давать на самостоятельное изучение. При рассказе педагогу нельзя забывать о последовательности и системности изложения материала.

Кроме того, учитель не должен ограничиваться лишь объяснением темы, а должен рассказывать так, чтобы учащиеся представляли себе эти события, чтобы у них в голове возникал некий образ. Таким образом, с одной стороны, им будет интересно слушать, а с другой – их внимательность будет предпосылкой для хорошего запоминания темы. Во второй части также подчеркивается необходимость указания учащимся имеющихся исторических книг, чтобы они прочитали их дополнительно. Это повысит исторические познания школьников и увеличит их кругозор.

В третьей части, продолжая тему правильной речи и рассказа учителя, дается подробное объяснение, как добиться желаемого результата: нужно быть своего рода оратором. Для этого необходим естественный природный талант, которым наделены не все учителя. Найти таких талантливых учителей для преподавания не так-то просто. Остается один способ – стать ими, для чего необходимо:

– хорошо готовиться к уроку;

– написать краткий конспект своих слов;

– пересказать самому себе, что будешь рассказывать на уроке.

Соблюдая эти правила, учитель сможет хорошо довести до детей материал методом рассказа; не будет вспоминать в середине урока, что же говорить дальше; не будет выбирать слова, запинаться, а сможет без остановки вести урок. Чтобы разнообразить урок, сделать его полезным и эффективным, учителю необходимо почитать высказывания, поучения исторических личностей, стихотворения о них или об исторических событиях. К тому же, если учитель будет

любить свой урок, предмет, то урок не будет скучным. При этом рассказывать надо не слишком громко, не торопясь и не совсем медленно. В начале урока необходимо сообщить тему урока, если есть доска, то написать тему. Перед объяснением новой темы нужно вспомнить о предыдущих событиях. Если в конце урока остается время, то можно провести опрос учеников по вновь изученной теме, что является одним из способов привлечения внимания учащихся к новой теме.

Важнейшими задачами учителя являются повторение домашнего задания и выявление неусвоенного материала. Все вопросы учителя должны быть понятны ученикам. Помимо всего, учитель также может задавать и общие вопросы. Например, при изучении всеобщей истории, если упомянет, что XVIII в. – это век философии, то может спросить у ученика: «Что такое философия?» Если ученики не знают ответа, то объясняет сам учитель. Похожие вопросы можно задавать и при изучении истории своего народа.

В работе поднимается еще один вопрос – о том, что лучше: сначала проводить опрос по изученному материалу или же объяснить новую тему? С одной стороны, если ученик не знает пройденный материал, то нет смысла объяснять новый; с другой – в начале урока ученики сконцентрированы, еще не устали, что способствует лучшему усвоению материала. При объяснении новой темы, когда затрагивается пройденный материал, может опросить учеников по пройденной теме. Время, уделяемое опросу по пройденному материалу, по Г. Губайдуллину, не должно превышать 10–15 мин. Опрашивать долгое время только одного ученика – не очень правильно, остальные могут заскучать, и им будет неинтересно.

Таким образом, Г. Губайдуллин в своей работе «Преподавание истории в религиозных медресе» подробно и основательно изложил особенности и значение преподавания истории в школе. Подытоживая, следует отметить, что, будучи студентом, Г. Губайдуллин написал первые свои труды о преподавании, представляющие собой разноплановые работы. Некоторые из них непосредственно касаются вопросов национального образования, другие лишь косвенно затрагивают эту проблему.

Не исследованными в научно-педагогическом направлении являются труды таких репрессированных ученых, просветителей и писателей эпохи Г. Губайдуллина, как Г. Ибрагимов, Ф.-С. Казанлы, М. Корбут, С. Атнагулов, Г. Рахим, Г. Нигмати, Дж. Валиди, Г. Сагди, Г. Тулумбайский, Г. Максудов, М. Худяков, В.Ф. Смолин и др. [5]. Введение их педагогического наследия в научный оборот смогло бы восполнить имеющиеся пробелы в истории образования и педагогической мысли в целом, татарского народа в частности.

Заключение

Обобщая, следует отметить, что педагогическое наследие Г. Губайдуллина не потеряло своей актуальности и в настоящее время. Оно созвучно с методами и принципами современной дидактики, требованиями к учительской профессии, особенностями проведения урока. В своих работах он выдвинул немало интересных педагогических идей, которые применимы и в настоящее время. Труды об образовании раскрывают Г. Губайдуллина с качественно новой стороны как умелого, творческого педагога и приоткрывают талант будущего ученого-просветителя.

Список литературы

1. Первый татарский профессор [Электронный ресурс]. URL: https://mincult.tatarstan.ru/index.htm/news/ 962687.htm (дата обращения: 15.03.2021).

2. Маликов Р.Ш., Мифтахов А.Ф. Историко-педагогические труды Г. Губайдуллина как результат его общественно-педагогической деятельности // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2020. Т. 12. № 4 (47). С. 79–84.

3. Губайдуллин С. О моем дедушке Салихе // Идел. 1994. № 1. С. 56–57 (на татар. яз.).

4. Газиз Губайдуллин: как представитель «золотой молодежи» стал известным историком и попал под сталинский каток [Электронный ресурс]. URL: https://realnoevremya.ru/ (дата обращения: 15.03.2021).

5. Татарский мир [Электронный ресурс]. URL: https://realnoevremya.ru/articles/69703-gaziz-gubaydullin-istorik-nacionalnyy-ideolog-publicist (дата обращения: 15.03.2021).

УДК 378.1:37.035

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

Мещанова Л.Н., Козинская О.Ю.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, e-mail: tmmo2013@yandex.ru

В статье дан анализ теоретических и методических аспектов формирования гражданской идентичности студентов Института искусств Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. Поставлена цель исследовательской работы – обоснование роли и значения вузовского образования в процессе формирования гражданской идентичности студента. Определены методологические предпосылки формирования гражданской идентичности студентов через взаимодействие преподавателя (куратора) и студента в контексте совместной творческой и научно-исследовательской деятельности. Обозначены все виды и направления существующего в вузе воспитательного процесса. Представлены условия для реализации формирования гражданской идентичности студента. Описана работа Творческой лаборатории педагогических и исполнительских идей «Интеграция науки и практики в условиях модернизации художественного образования», на базе которой разработан и реализуется Культурно-образовательный проект-фестиваль, формирующий гражданскую идентичность студенчества в двух направлениях: «Научно-исследовательская работа студентов» и «Музыкально-исполнительское направление» (хоровые коллективы). В заключении обосновано утверждение, что вузовское образование можно отнести к сфере наибольшего благоприятствования для патриотического воспитания и формирования гражданской позиции студента, что гражданская идентичность формируется путем приобретения индивидом внутренних духовных и нравственных убеждений на основе знаний, умений и владений информацией, то есть в практико-деятельностном аспекте.

Ключевые слова: студенты, обучение в вузе, нравственность, патриотизм, гражданская идентичность

FORMATION OF STUDENTS' CIVIC IDENTITY

Meschanova L.N., Kozinskaya O.Yu.

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevskiy, Saratov, e-mail: tmmo2013@yandex.ru

This article analyzes the theoretical and methodological aspects of the formation of civil identity of students of the Institute of Arts of the Saratov National Research State University named after N. G. Chernyshevsky. The aim of the research work is to substantiate the role and significance of university education in the process of forming a student's civic identity. The methodological prerequisites for the formation of students ' civic identity through the interaction of the teacher (curator) and the student in the context of joint creative and research activities are determined. All types and directions of the existing educational process in the university are indicated. The conditions for the implementation of the formation of the student's civic identity are presented. The article describes the work of the Creative Laboratory of Pedagogical and Performing Ideas «Integration of science and practice in the conditions of modernization of art education», on the basis of which a Cultural and educational project-Festival is developed and implemented, which forms the civic identity of students in two directions: «Research work of students» and «Music and performing direction» (choral groups). In conclusion, the author substantiates the statement that university education can be attributed to the sphere of the most favorable for patriotic education and the formation of a student's civic position, that civic identity is formed by the acquisition of an individual's internal spiritual and moral beliefs based on knowledge, skills and information possession, that is, in the practical and activity aspect.

Keywords: students, university education, morality, patriotism, civic identity

Современные вызовы направлены на мировое сообщество и на каждое отдельно взятое государство. В основном данные вызовы призваны дестабилизировать политическую, экономическую, культурологическую и другие сферы жизнедеятельности государств. Одной из самых незащищенных групп является молодежь, студенчество. Вузы дают знания и навыки, практические основы для приобретения необходимых компетенций в предстоящей деятельности. Но вместе с тем вузы просто обязаны донести до обучаемых ценностные дефиниции, которые способствуют становлению человека и гражданина. Поэтому формирование гражданской идентичности индивида можно назвать проблемной областью современной педагогики, которая приобретает одно из самых значимых и актуальных значений.

Цель исследования заключается в обосновании роли и значении вузовского образования в процессе формирования гражданской идентичности студента.

Несомненно, что каждый человек живет в каком-либо обществе, то есть в социуме. Также каждый индивид является членом семьи, какого-либо сообщества, группы, коллектива и т.п. Поэтому понимание свободного отождествления индивида с российской нацией на базе понимания и признания прошлого, настоящего и будущего России посредством участия во всех сфе-

рах жизни страны (политической, общественной, культурной) и принято считать гражданской идентичностью. Также отметим, что именно сформированная гражданская идентичность позволяет человеку, особенно молодому, без жизненного опыта и осмысления философских (исторических, культурологических) проблем, осознать себя россиянином.

Запрос и потребность современного общества в воспитании и обучении компетентных, творческих и активных специалистов достаточно конкретно обозначен. Однако необходимо подчеркнуть, что подготовка такого специалиста без формирования ценностно-смыслового ядра его гражданской идентичности не будет актуальной и достаточной.

Материалы и методы исследования

Формирование гражданской идентичности находится в центре внимания государственных структур, что имеет свое место в законодательных актах, обсуждениях на научно-практических конференциях разного уровня, круглых столах и т.п. Мы видим интерес психологов, этнографов, историков, педагогов, искусствоведов, музыкантов к данной теме. Становление гражданских качеств личности с точки зрения разных аспектов освещено в научных исследованиях А.А. Козлова [1], А.Ю. Рыкуновой [2], И.В. Суколенова [3], И.Г. Томаревой [4] и др.

Создание у молодого человека чувства гордости за свою Родину и свой народ, уважения к его великим свершениям и достойным страницам прошлого – это и есть основа (ядро) содержания гражданской идентификации. А формы этого могут быть многообразными и разнообразными, но обязательно современными, интересными и находящими душевный отклик у студенчества, то есть большое значение отводится эмоциональному воздействию, так как центральным звеном восприятия является чувство, которое объединяет знания и действия, создает мотивацию для реализации любого нравственного качества личности, в том числе и гражданской идентичности.

Особенно отметим, что многие нравственные или ценностные (особенно традиционные) постулаты молодежь не может осознать глубоко и качественно, однако воспринятые в юношеском возрасте традиционные гражданские и культурные ценности могут сыграть незаменимую роль в становлении личности молодого человека. Мы считаем, что формирование гражданской идентичности – это процесс взаимодействия взрослого (преподавателя, куратора) и студента в контексте совместной творческой (в том числе и научно-исследовательской) деятельности, которая направлена на раскрытие общечеловеческих нравственных качеств, одним из которых и является идентичность, то есть осознание себя гражданином России.

В воспитательной работе вуза должны формироваться чувства гордости за великие достижения российских ученых – классиков и наших современников, деятелей русского искусства и спорта, подвиги русского народа в освободительных войнах. Вместе с тем необходимо мотивировать студента к осознанию ответственности за настоящее и будущее страны, за развитие той отрасли, в которой он собирается работать и преумножать достижения России.

Именно в период студенчества, во время обучения в вузе происходит развитие духовно-нравственной сферы молодого человека через множество эмоций, чувств, расширение роли сознания и мышления в научной студенческой деятельности, приобретение умения социализации и адаптации в студенческом обществе, особенно через коллективные формы обучения и воспитания. Именно в этот период и становится одним из главных приоритетов осознание себя, своего места, своей роли в жизни студенческого коллектива (группы, курса, института, университета) и в жизни всей страны, то есть активно вырабатывается жизненная и гражданская позиция.

Очевидно, что процесс формирования гражданской идентичности студентов может быть успешным при постановке и решении определенных задач, которые решаются в учебно-воспитательном и культурно-образовательном пространстве вуза. Выделим лишь некоторые из них.

Прежде всего, бесспорно, в центре воспитательных проблем стоит формирование приоритетных традиционных ценностей христианства, гуманизма и нравственности, стремления следовать в своем поведении традиционным нормам морали и нетерпимость к их нарушению. Названные личностные качества являются ценностно-смысловыми ориентирами в духовно-нравственном воспитании молодежи.

В рамках нашего исследования нельзя обойти вниманием и историческое воспитание, основой которого является знание основных событий истории Отечества и ее героического прошлого, представление о месте России в мировой истории, формирование исторической памяти.

Формирование гражданской идентичности невозможно без самоопределения в области представлений молодежи о государ-

ственно-политическом устройстве России. Именно эта задача решается в рамках вузовского политико-правового воспитания.

Чувство приверженности индивида к гражданской общности, признание ее значимой ценностью – базис для формирования чувства любви к Родине и гордости за принадлежность к своему народу – патриотическое воспитание, которое, в свою очередь, формирует гражданскую идентификацию человека.

Базовым идентифицирующим механизмом является профессионально-ориентированное (трудовое) воспитание, в процессе которого формируется картина мира культуры как результата трудовой предметно-преобразующей деятельности человека: ознакомление с миром профессий, их социальной значимостью и содержанием. Именно в процессе трудового воспитания у молодых людей формируется добросовестное и ответственное отношение к труду (в разных направлениях: отношение к учебе, ответственность за создание научных проектов, докладов на конференции и т.п.), уважение труда людей и, что особенно важно, бережное отношение к предметам материальной и духовной культуры, созданным трудом человека.

Следовательно, в содержание процесса формирования гражданской идентичности индивида, несомненно, структурируются все виды и направления существующего в вузе воспитательного процесса – это ценностно-смысловое, историческое, политико-правовое, патриотическое и профессионально-ориентированное.

Как отмечалось ранее, направления формирования гражданской идентичности студента могут быть достаточно разнообразными и творческими. Например:

– приобщение студента к культурному наследию, праздникам, традициям, народно-прикладному искусству, устному народному творчеству, музыкальному фольклору, народным играм;

– знакомство с семьёй, историей, членами семьи, родственниками, предками, родословной, семейными традициями; с историей высшего учебного заведения, сверстниками, взрослыми, традициями; с городом, его историей, гербом, традициями, выдающимися горожанами прошлого и настоящего времени, достопримечательностями;

– организация творческой продуктивной деятельности студента, в нашем случае – музыкально-исполнительской и научно-исследовательской работы в области искусства и культуры.

Для реализации формирования гражданской идентичности студента необходимы:

– создание благоприятных материально-технических и социальных условий;

– обновление содержания образования, отбор наиболее интересного и доступного материала с опорой на опыт и чувства молодых людей;

– последовательная ориентация на культуросообразность образования, призванного обеспечить формирование духовного мира человека [5].

Результаты исследования и их обсуждение

В институте искусств СГУ на кафедре теории и методики музыкального образования с 1999 г. действует Творческая лаборатория педагогических и исполнительских идей «Интеграция науки и практики в условиях модернизации художественного образования», на базе которой разработан и реализуется Культурно-образовательный проект-фестиваль в двух направлениях, формирующих гражданскую идентичность студенчества.

1. Направление «Научно-исследовательская работа студентов» предполагает индивидуальное участие студента в различных проектах: научно-практических конференциях, конкурсах и т.п. Например, постоянно действующий научный семинар организуется с целью привлечения научных кадров образовательных учреждений регионов России, в том числе и студенческих, для выработки новых взглядов на концепцию формирования гражданской идентичности обучаемых в образовании на современном этапе развития России. В ходе работы семинара решаются следующие задачи: выявление основных направлений и принципов формирования позитивного духовного опыта подрастающего поколения; поиск новых форм и технологий в региональных культурно-образовательных процессах с целью формирования гражданской идентичности подрастающего поколения; определение роли русской музыкальной культуры в сохранении традиций гуманистического образования и воспитания; выявление роли музыкальной культуры в процессе формирования гражданской идентичности детей и юношества.

Интересен опыт проведения Международных молодёжных научно-практических конференций «Сохранение приоритетов Образования и Культуры – основа человечности» (совместно с ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования», г. Санкт-Петербург, РФ; Объединенным научным центром проблем космического мышления Международного Центра Рерихов, г. Москва, РФ),

в рамках которой студенты и школьники участвуют не только с докладами в самой конференции, но и в конкурсе научно-исследовательских проектов «Евразия: единство национальных и евразийских культурных ценностей», в конкурсе эссе на тему: «Евразийские ценности – путь к единству народов Евразии». Тематизм докладов и проектов актуален и необычен, например «Песни, опалённые войной», «Патриотическое воспитание – основа воспитательного процесса в современном ДОУ: идентичность, толерантность», «Решение проблемы свободного времени учащихся в условиях образовательного пространства краеведческого музея», «К вопросу о возрождении региональных национальных традиций» и др.

Особо отметим, что многие проекты и доклады студентов рекомендованы к публикации и опубликованы в сборниках РИНЦ, например: Гейнц А.А. «Музыка как национальный компонент культуры Саратовской области» в сборнике «Культурное наследие г. Саратова и Саратовской области: материалы VIII Международной научно-практической конференции (Саратов, 9–12 октября 2019 г.)» / Под общей ред. Ю.Ю. Андреевой и И.Э. Рахимбаевой. Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2019. С. 561–566 (научный руководитель Кузьмина С.В.); Даулетжанова З.А. «Воспитание национально-культурной толерантности у подростков в школе» в сборнике Человек в мире искусства: векторы развития и образования. Сборник научно-методических трудов. Выпуск II. Научное издание. Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. Саратов, 2020. С. 183–186 (научный руководитель Фадеева М.А.).

Круглый стол «Теоретические и методологические аспекты воспитания толерантности молодежи посредством музыкальной культуры». Цель – повышение качества образования через духовность, гуманизм, искусство. Основные направления научной дискуссии: духовность в контексте развития современной личности; роль духовной музыки в формировании позитивного духовного опыта; анализ состояния и перспективы формирования гражданской идентичности детей и юношества.

Творческая мастерская «Вечное наследие России: духовная музыка» предполагает сотрудничество учебных заведений города и Саратовской области в реализации формирования духовно-нравственных ценностей юношества (на базе Малого хорового академического театра Института искусств СГУ). Цель – активизация работы по формированию гражданской идентификации путем создания новых форм и технологий формирования позитивного духовного опыта подрастающего поколения.

2. Музыкально-исполнительское направление основано на коллективном участии студентов (хоровые коллективы). Например, «Пасхальный хоровой фестиваль» ежегодно проводится совместно с Министерством образования Саратовской области, Саратовской епархией Русской Православной Церкви, Саратовским региональным отделением Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры. Фестиваль – это праздник духовного родства детей и взрослых, объединение общими идеями мира и добра, это укрепление дружеских контактов одаренной молодежи и возрождение российских традиций благотворительности. Проведение фестиваля духовной музыки способствует: созданию действенного партнерства государственных, муниципальных, религиозных и общественных организаций; формированию новых технологий освоения культурного наследия России; популяризации традиций духовной культуры; развитию детского и юношеского творчества и культуры хорового пения.

Фестивали искусств «Дорогами военных песен», «Поклонимся великим тем годам» и другие четко ориентированы на патриотическое воспитание подрастающего поколения: от дошкольного до студенческого возраста, так как участники – дети разных возрастных групп. Очень интересны программы (репертуар) хоровых и вокальных выступлений зачастую в оформлении танцевальными или хореографическими (пластическими) движениями. Например, В. Высоцкий, переложение для женского хора Т. Белолиповой «Так случилось, мужчины ушли»; муз. Я. Френкеля, сл. Р. Гамзатова «Журавли»; муз. К. Молчанова, сл. К. Симонова, переложение для ансамбля Е. Соловьевой и С. Снегиревой, «Песня Женьки» из оперы «Зори здесь тихие»; муз. Н. Богословского, сл. В. Агатова, переложение для смешанного хора Ю. Потеенко «Темная ночь»; муз. Дм. и Дан. Покрасс, сл. В. Лебедева-Кумача, переложение для смешанного хора Д. Васильевой и М. Ивановой «Казаки»; муз. Г. Струве, сл. Л. Кондрашенко «Матерям погибших героев».

Здесь заключена еще одна важная характеристика процесса формирования гражданской позиции, гражданского самоопределения индивида – преемственность поколений участников.

У названных мероприятий богатая география участия: 100 % контингента студен-

тов Института искусств (Малый хоровой академический театр), педагогические колледжи, детские школы искусств и средние образовательные учреждения Саратова и Саратовской области, а также зарубежные гости: О.П. Бобылева (Нидерланды), О.В. Штейнфер (Израиль), Н.Г. Цывинская (США), Т.В. Баландина (Израиль), Ю.А. Безгубова (Франция).

Заключение

Учитывая нравственно-эстетическую сущность русской музыки, можно сделать вывод, что, музыкальное искусство в целом и музыка русских композиторов в частности является важным средством формирования гражданской идентичности молодежи. Считаем целесообразным и в дальнейшем продолжать работу по данной теме, так как встреча с русской музыкой помогает сформировать у студентов гражданскую идентичность через чувство любви к родному краю и окружающему миру.

В данной статье приведены лишь немногие примеры, из которых можно сделать вывод о том, что тематика проведенных мероприятий, научных проектов и докладов, репертуар хоровых коллективов – все параметры направлены на формирование гражданской идентификации детей и молодежи, участвующих в работе Творческой лаборатории.

Мы пришли к выводу, что гражданская идентичность формируется путем приобретения индивидом внутренних духовных и нравственных убеждений на основе знаний, умений и владения информацией, то есть в практико-деятельностном аспекте в рамках культурно-образовательных проектов вуза.

В заключение отметим, что вузовское образование можно отнести к сфере наибольшего благоприятствования для патриотического воспитания и формирования гражданской позиции студента. Используя различные формы и виды деятельности, вузовское образование расширяет культурное пространство самореализации личности обучаемых, стимулирует их к творчеству. Являясь полноценным участником процессов нравственно-патриотического воспитания учащейся молодежи, высшие учебные заведения могут и должны способствовать решению социально-педагогических задач по формированию гражданской позиции и гражданской идентичности студенчества.

Список литературы

1. Козлов А.А. Введение в «Технологии Гармонии». Ростов н/Д.: Элиньо, 2014. 176 с.

2. Рыкунова А.Ю. Исследование гражданской идентичности подростков и взрослых людей // Молодой ученый. 2016. № 15.1 (119.1). [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/119/33112/ (дата обращения: 12.04.2021).

3. Суколенов И.В. Разработка и методологическое обоснование процесса формирования у студентов гуманитарных вузов умений организации научно-исследовательской деятельности. Орел: ОГУ, 2012. 132 с.

4. Томарева И.Г. Особенности гражданской идентичности в современной России // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 1. С. 188–191.

5. Мещанова Л.Н. Реализация воспитательного потенциала вуза в контексте духовных ценностей мировой культуры // Современное культурно-образовательное пространство гуманитарных и социальных наук: материалы VIII Международной научной конференции (г. Саратов, 08 апреля 2020 г.). Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2020. С. 208–216.

УДК 378.1:159.9

БУДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ-ПРОФЕССИОНАЛ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ПОВЕДЕНИЯ В КОНФЛИКТЕ И ЭТНОТОЛЕРАНТНОСТИ

Моторная С.Е.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, e-mail: motornaya@ukr.net

Существенными составляющими потенциала специалиста-профессионала являются его способность в процессе жизнедеятельности обеспечивать свою конфликтоустойчивость и способность осуществлять взаимодействие с людьми различных этнических групп, наций, народностей на основе взаимопонимания и сотрудничества. Такие способности формируются в процессе обучения и воспитания будущего специалиста в образовательном пространстве высшей школы, которая в настоящее время находится в сложном периоде цифровой трансформации, вызванной, главным образом, карантином в условиях пандемии. Проведенное в этот период экспериментальное исследование показало изменение выбора обучающимися высшей школы стратегии поведения в конфликтной ситуации со сдвигом в сторону выбора стратегий «Избегание», «Приспособление» и «Соперничество» по сравнению с 2019 г. и уменьшение выбора стратегии «Сотрудничество»; а также увеличение агрессивности и конфликтности, снижение конфликтоустойчивости на фоне снижения этнической толерантности, появления этнофанатизма и этноизоляционизма. Достоверность исследования подтверждается расчетами статистической значимости результатов по критерию Р. Фишера. Установлена взаимосвязь между поведением будущего специалиста-профессионала в конфликте и его этнотолерантностью с помощью коэффициента корреляции К. Пирсона. Результаты исследования рекомендуется использовать для совершенствования образовательных программ подготовки в университете.

Ключевые слова: будущий специалист-профессионал, программа подготовки, выбор поведения в конфликте, этническая толерантность, университет, пандемия

FUTURE SPECIALIST-PROFESSIONAL UNDER PANDEMIC CONDITIONS: RESEARCH OF THE CHOICE OF A CONFLICT BEHAVIOR STRATEGY AND ETHNOTOLERANCE

Motornaya S.E.

Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: motornaya@ukr.net

Ability to ensure conflict resistance in the life process and the ability to interact with people of different ethnic groups, nations, nationalities on the basis of mutual understanding and cooperation are essential components of the professional specialist potential. Such abilities are formed in the process of teaching and educating a future specialist in the educational space of higher education, which is currently in a difficult period of digital transformation. This was caused mainly by quarantine amid a pandemic. An experimental study carried out during this period showed a change in the choice of a behavior strategy higher school students in a conflict situation with a shift towards the choice of strategies «Avoidance», «Adaptation» and «Rivalry». In comparison with 2019, a decrease in the choice of the strategy «Cooperation» was shown; as well as an increase in aggressiveness and conflict was shown, a decrease in conflict resistance against the background of a decrease in ethnic tolerance and the ethnic fanaticism emergence and ethnic isolationism was shown. The study reliability is confirmed by calculations of the statistical significance of the results according to R. Fisher's test. The relationship between the behavior of a future specialist-professional in a conflict and his ethnic tolerance was established using the K. Pearson's correlation coefficient. The research results are recommended to be used to improve educational training programs at the university.

Keywords: future professional specialist, educational program, behavior choice in conflict, ethnic tolerance, pandemic, university

Современное общество, находясь в условиях пандемии, вызванного ею ускоренного процесса цифровой трансформации общества и связанных с нею изменений в сознании людей, несмотря ни на что, пытается найти устойчивую опору, которая позволяла бы ему двигаться вперед путем прогресса [1]. Обращая свой взор к молодому поколению, прогрессивное человечество ищет пути, средства и методы для формирования его профессионально надежных качеств – таких, которые смогли бы стать основой эффективной и гармоничной личности, способной к стратегическому прогнозу и управлению будущим, в том числе в условиях неопределенности, которыми можно охарактеризовать состояние прошедшей пандемии. Для того чтобы создать программы подготовки специалистов-профессионалов, отвечающих перечисленным выше требованиям, необходимо проводить исследования личностных качеств будущих выпускников университета в состоянии неопределенности и по результатам таких исследований осуществлять коррекцию содержания образовательных программ. Естественный эксперимент, предоставленный жизнью, породил новые возможности

для подобных исследований и позволил рассмотреть личность, осуществляющую жизнедеятельность в его условиях, с различных сторон.

Будущий специалист-профессионал формирует свои профессионально важные качества, в основном, в период студенчества, когда происходит становление личности, формируются основные личностные и профессиональные интересы, проявляется социальная активность, возникает необходимость строить межличностные отношения. Большое количество контактов, являющихся неотъемлемой стороной человека труда в современном мире, приводит к проявлению разных точек зрения, подчас нетерпимости, часто – к конфликтам, в том числе на этнической почве. Однако события пандемии затронули разные народы, обострив их этнические притязания. Все это привело к изменению личностных характеристик людей, к изменению условий осуществления образовательного процесса, к выходу на первый план новых проблем. Среди них – сохранение конфликтоустойчивости и этнотолерантности независимо от этнической принадлежности в особых условиях протекания жизнедеятельности будущего специалиста-профессионала, в том числе в состоянии неопределенности, характеризующем карантин, обусловленный пандемией.

Проблема поведения человека в конфликте представлена в трудах таких авторов, как А.Я. Анцупов, Р. Килманн, К. Томас, А.И. Шипилов, Н.В. Гришина и др. Теоретические и практические аспекты этнических проявлений в идентичности, толерантности различных народов изучали Н.М. Лебедева [2], Т.Г. Стефаненко [3, 4], А.Н. Татарко [2], Л.Г. Почебут [5] и др. Однако вопросы проявления указанных феноменов, их взаимосвязи у обучающихся высшей школы в условиях неопределенности представлены в незначительной степени, а исследования с целью изменения содержания программ подготовки обучающегося в условиях высшего образования отсутствуют. Отсюда вытекает цель нашей статьи – исследовать поведение будущего специалиста-профессионала в конфликте и его связь с этнотолерантностью обучающегося в период карантина, вызванного пандемией.

Материалы и методы исследования

Для проведения теоретической части исследования были использованы методы мышления, основанные на синтезе, сравнении, аналогии, обобщении, а также контекстный и системный подходы.

Теоретический анализ исследованного материала позволил констатировать, что после поступления в университет круг общения у студента резко увеличивается – появляются новые друзья в группе, новые преподаватели; среди них могут быть представители совершенно разных народов, этносов, народностей, учитывая многонациональный характер нашего государства. Очевидно, что такое качество, как этнотолерантность, способствует тому, что личность уважает, ценит, принимает культуру не только своей нации, но и других [2]. Поэтому существует необходимость развития культуры общения [6] с представителями других народов, терпимости и уважения к их особенностям, в том числе и в сети Интернет. При межличностном взаимодействии молодые люди часто проявляют агрессию в отношении представителей иных этнокультур, особенно мигрантов [7, 8]. Подобное поведение может привести к межличностным конфликтам.

Конфликтоустойчивые люди более социализированы [9]. Они способны контролировать свои эмоции, поведение, легко соблюдают общепринятые нормы, более терпимы в различных ситуациях, уважают и принимают всех, кто их окружает, несмотря на особенности протекания познавательных процессов в различных культурах, личностные характеристики, язык, традиции, нормы и ценности. Поэтому такое качество, как конфликтоустойчивость, необходимо будущему специалисту-профессионалу для того, чтобы контролировать свои эмоции и поведение в конфликтных ситуациях, отстаивать свою точку зрения, не задевая чувств других людей, в том числе представителей иных национальных культур, и не вызывать агрессию со стороны оппонентов. Многие руководители считают, что конфликтоустойчивость является требованием к компетенциям будущего специалиста-профессионала [9].

Изменение внешних условий сказывается на состоянии психики человека. Поэтому будет справедливым предположить, что в условиях цифровой трансформации общества, связанной с пандемией, личные характеристики обучающегося, в том числе конфликтоустойчивость, в процессе получения образования в высшей школе будут изменяться. Чтобы проверить данное предположение, было решено провести эмпирическое исследование в условиях естественного эксперимента, обусловленного карантином, вызванным пандемией. Данное исследование продолжает исследования автора, проводимые ранее [6, 9, 10].

Для осуществления эмпирического исследования был подобран комплекс диагностических методик, который позволил

оценить поведение личности в конфликте: «Выбор стратегии поведения в конфликтной ситуации» К. Томаса и Р. Килманна в адаптации Н.В. Гришиной, «Личностная агрессивность и конфликтность» Е.П. Ильина и П.А. Ковалева, «Изучение самооценки конфликтности» С.М. Емельянова [11]; а также применялись диагностические методики, которые определяют аспекты этнической идентичности и толерантности: «Типы этнической идентичности» Г.У. Солдатовой, С.В. Рыжовой, «Индекс толерантности» Г.У. Солдатовой, О.А. Кравцовой, О.Е. Хухлаева, Л.А. Шайгеровой [12].

Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании приняли участие 102 обучающихся университета возрастом от 18 до 23 лет, 72% из которых идентифицировали себя с русскими, 13% считали себя украинцами, 15% – лицами крымскотатарской национальности. Период исследования представлял собой временной интервал, который пришелся на естественный эксперимент во время карантина, обусловленного пандемией, а также время до пандемии – 2019 г.

Результаты исследования по методике «Выбор стратегии поведения в конфликтной ситуации» К. Томаса и Р. Килманна в адаптации Н.В. Гришиной представлены в табл. 1.

В табл. 1 отображены уровни проявления выбора стратегии поведения в конфликтной ситуации у будущих специалистов-профессионалов. Результаты исследования констатировали, что показатели, характеризующие высокий и средний уровни, соответствующие выбору обучающимися в конфликте стратегий поведения «Приспособление», «Избегание» и «Соперничество», возросли в период карантина по сравнению с 2019 г., низкий же уровень уменьшился. Соответственно, для выбора обучающимися в конфликте стратегий поведения «Компромисс» и «Сотрудничество» наблюдались уменьшение показателей на высоком и среднем уровнях и возрастание на низком. Достоверность изменений в показателях 2019–2020 гг. рассчитывалась с помощью критерия Р. Фишера. Для значений высокого уровня всех стратегий поведения обучающегося в конфликте эмпирическое значение φ^* расположено в зоне неопределенности. Для значений среднего уровня для всех стратегий поведения обучающегося в конфликте эмпирическое значение φ^* попадает либо в зону неопределенности, либо в зону значимости. Для значений низкого уровня всех стратегий поведения обучающегося в конфликте эмпирическое значение φ^* находится в зоне значимости. Во всех случаях H_0 отвергается.

Таким образом, по результатам, представленным в табл. 1, можно сделать выводы о том, что в ситуации неопределенности у обучающихся высшей школы конструктивные проявления в деятельности снижаются. В частности, уменьшается доля стратегии «Сотрудничество», которая должна объединять людей и давать дополнительную энергию для развития за счет коллективных усилий. При сотрудничестве происходят процессы самоорганизации, которые переводят систему взаимодействия людей на новый качественный уровень. Однако если человек переходит на более примитивный способ существования – за счет накопления личной энергии, то возрастает желание сохранить резерв психической энергии для возможных дальнейших действий. Этим объясняется повышение высокого и среднего уровней процентной доли выбора стратегий «Избегание» и «Приспособление» в 2020 г.

Именно осознание важности командной работы в особых условиях осуществления жизнедеятельности в ситуации неопределенности, когда понижается возможность коллективной работы, должно стать важной частью образовательной программы подготовки в высшей школе.

Таблица 1

Результаты эмпирического исследования по методике «Выбор стратегии поведения в конфликтной ситуации» К. Томаса и Р. Килманна в адаптации Н.В. Гришиной

Стратегии поведения в конфликте	Высокий уровень, %			Средний уровень, %			Низкий уровень, %		
	Весна 2020	Весна 2019	$\varphi^*_{эмп}$	Весна 2020	Весна 2019	$\varphi^*_{эмп}$	Весна 2020	Весна 2019	$\varphi^*_{эмп}$
Приспособление	32	19	2,128	63	51	1,718	5	20	3,366
Избегание	29	17	2,029	67	55	1,747	4	26	4,716
Компромисс	28	40	1,796	15	27	2,107	57	33	3,444
Соперничество	55	43	1,704	35	20	2,397	10	37	4,695
Сотрудничество	10	18	1,64	5	21	3,543	85	51	5,339

Таблица 2

Результаты эмпирического исследования по методике «Личностная агрессивность и конфликтность» Е.П. Ильина и П.А. Ковалева

Шкала	Высокий уровень, %		Средний уровень, %		Низкий уровень, %	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Позитивная агрессивность	8	16	60	69	32	15
Негативная агрессивность	5	15	45	40	55	25
Конфликтность	7	27	53	64	40	9

По методике личностной агрессивности и конфликтности Е.П. Ильиной и П.А. Ковалевой была диагностирована склонность студентов к конфликтности и агрессивности. Обобщенные данные представлены в табл. 2.

Результаты исследования, представленные в табл. 2, показывают, что в 2020 г. возросла процентная доля личностной агрессивности и конфликтности обучающихся по сравнению с 2019 г. на высоком и среднем уровнях значений показателей и уменьшилась на низком. Сопоставляя представленные в табл. 2 данные с результатами, полученными по методике «Выбор стратегии поведения в конфликтной ситуации» К. Томаса и Р. Килманна, можно отметить их соответствие росту выбора обучающимися стратегии «Соперничество» на высоком и среднем уровнях соответствующих показателей за счет возросшей агрессивности и конфликтности.

Для исследования конфликтоустойчивости была использована методика по изучению самооценки конфликтоустойчивости С.М. Емельянова. Результаты показали, что высокий уровень конфликтоустойчивости диагностируется у 23% обучающихся, 42% обучающихся оценивают свою конфликтоустойчивость на среднем уровне, 35% – на низком. В 2019 г. результаты были соответственно: 35%, 65% и 20%.

Таким образом, мы видим в 2020 г. уменьшение показателей на высоком и среднем уровнях и увеличение на низком, что свидетельствует в целом о снижении конфликтоустойчивости обучающихся и соответствует результатам, представленным выше. Отметим, что полученные результаты констатируются у респондентов всех национальностей.

Дополнительные исследования респондентов показали причину таких проявлений: 69% опрошенных назвали среди дестабилизирующих факторов вынужденную изоляцию и дефицит общения.

Анализ эмпирических данных по методике «Индекс толерантности» Г.У. Солдатовой, О.А. Кравцовой, О.Е. Хухлаева, Л.А. Шайгеровой свидетельствует, что в 2020 г. во время пандемии обучающиеся высшей школы, находясь на карантине, показали следующие значения этнической толерантности: у 4% из них выявлен высокий, у 56% – средний, а у 40% – низкий уровни. Однако сравнение данных результатов с результатами идентичной выборки, полученными в 2019 г., показало уменьшение количества обучающихся в 2020 г., которые имели высокий и средний уровни этнической толерантности, и увеличение числа обучающихся, которые показали низкий уровень. Полученные результаты можно объяснить увеличением агрессивности и конфликтности обучающихся в соответствии с данными, представленными в таблицах 1 и 2, а также в соответствии с диагностической методикой по изучению самооценки конфликтоустойчивости С.М. Емельянова.

Результаты эмпирического исследования по методике «Типы этнической идентичности» Г.У. Солдатовой и С.В. Рыжовой показали, что нормальный тип этнической идентичности выявлен у 81,8% испытуемых, т.е. у большинства респондентов. Такой результат свидетельствует о позитивном отношении ко всем нациям. У 5,2% респондентов проявилась этническая индифферентность как доминирующий тип, у 4,3% – этнонигилизм, у 6,7% – этноэгоизм, этноизоляционизм – у 1,2%, этнофанатизм – у 0,8%. Несмотря на небольшую долю последнего, тем не менее можно говорить, что у ряда респондентов могут проявляться нетерпимость и желание доминировать по отношению к другим этническим общностям, что, в свою очередь, может привести к повышению уровня напряженности в отношениях и к конфликтам. Исследования 2019 г. (в отсутствие пандемии) показали, что показатели имели у обучающихся меньшую выраженность, соответственно: 3,7%; 3,5%, 4,1%; отсутствовало проявление этнофанатизма и этноизоляционизма. Норма наблюдалась у 88,7% обучающихся. Полученные данные находятся в соответствии с результатами таблиц 1 и 2, констатирующими повышение у обучающихся уровня агрессивности и конфликтности в период карантина.

По результатам исследования для установления взаимосвязи между поведением будущего специалиста-профессионала в конфликте и его этнотолерантностью в период карантина, вызванного пандемией, использовался коэффициент корреляции Пирсона. Наиболее статистически значимые связи были установлены между конфликтоустойчивостью и толерантностью для $p < 0,05$: 0,551; между выбором обучающимися стратегии «Сотрудничество» и толерантностью для $p < 0,05$: 0,662; между выбором обучающимися стратегии «Приспособление» и этнической индифферентностью для $p < 0,05$: –0,612. Между выбором обучающимися стратегии «Соперничество» и толерантностью связь отрицательная при том же уровне ошибки: –0,532. Обучающиеся с высоким уровнем толерантности проявляют меньшую агрессивность: –0,421, выбирают как преобладающую стратегию «Избегание»: 0,624 и мало используют стратегию «Соперничество»: –0,543.

Заключение

Таким образом, проведенное эмпирическое исследование личностных качеств будущего специалиста-профессионала показало их изменение в условиях пандемии. Достоверность результатов была подтверждена расчетом статистического критерия Р. Фишера. Поэтому для формирования качественного результата образования специалиста-профессионала, который будет способен работать в любых условиях, в том числе в условиях неопределенности, необходимо корректировать образовательные программы подготовки, осуществляемые сегодня в пространстве университета. Наиболее эффективными элементами такой коррекционной программы, на наш взгляд, могут быть специальные тренинговые занятия по гармонизации личностных качеств будущего выпускника, в том числе выбора поведения в конфликте, а также этнотолерантности, в процессе психокомпетизации эволюционной изменчивости высшего образования.

Список литературы

1. Моторная С.Е. Кризис традиционного образования: высшая школа в условиях цифровой трансформации // Архонт. 2020. № 6 (21). С. 44–53.

2. Лебедева Н.М. Ценности культуры и модели экономического поведения: монография, А.М. Татарко. М.: Издательство «Спутник+», 2011. 390 с.

3. Социальные трансформации в России: теории, практики, сравнительный анализ: учебно-методическое пособие / Под ред. В.А. Ядова. М.: Флинта, 2005. 583 с.

4. Стефаненко Т.Г. Этнопсихология. М.: Аспект Пресс, 2014. 352 с.

5. Почебут Л.Г. Кросс-культурная и этническая психология. СПб.: Питер, 2012. 336 с.

6. Моторная С.Е. Исследование влияния уровня культуры на выбор поведения в конфликте современного выпускника университета // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2016. Т. 5. № 3 (16). С. 286–290.

7. Мухоплева Т.М. Проблемы этнотолерантности в общеобразовательных школах // МНИЖ. 2013. С. 13–36.

8. Киекбаев М.Д. Этническая толерантность как феномен современного общества. Уфа: Изд-во «Хан», 2007. 86 с.

9. Моторная С.Е., Киселева А.А., Савченко А.А. Исследование личностной агрессивности и конфликтности студентов экономических специальностей // Вісник СевНТУ. 2011. № 124. С. 148–155.

10. Motornaya S.E. Managing conflict situations for contemporary youth: discourse and choice of strategy // Espacios. 2019. Т. 40. № 17. P. 1.

11. Фетискин Н.П. Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Определение уровня конфликтоустойчивости // Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М.: Изд-во Института Психотерапии, 2002. С. 162–163.

12. Солдатова Г.У. Практикум по диагностике и исследованию толерантности личности. М.: МГУ, 2003. 87 с.

УДК 378.14

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Надеждин Е.Н.

Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого, Тула, e-mail: en-hope@yandex.ru

Содержание и контуры современной системы высшего образования определяются запросами инновационной экономики России в формате новой образовательной парадигмы. Инновационный процесс реформирования деятельности образовательных организаций строится с учетом ведущих принципов компетентностного, личностно-ориентированного и междисциплинарного подходов. Принципиальное значение для реализации нормативных требований ФГОС к компетенциям выпускника магистратуры имеют вопросы выбора оптимальной образовательной технологии и способа её отражения в основной образовательной программе. Современному состоянию системы высшего образования, актуальным проблемам и тенденциям развития информационного общества сегодня в полной мере соответствует методология педагогического проектирования учебного процесса на теоретической платформе междисциплинарного подхода. В условиях широкого развития и освоения сетевых технологий и цифровой трансформации высшего образования в педагогической практике востребованы электронные образовательные ресурсы нового поколения. При интегрировании в состав информационно-образовательной среды эти электронные ресурсы способны придать дополнительный импульс развитию образовательных технологий и приращению качества обучения магистров информационных технологий. В статье на примере основной образовательной программы по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» (уровень магистратуры) рассмотрена общая проблема междисциплинарного проектирования учебного процесса. С опорой на опубликованные психолого-педагогические работы и накопленный опыт педагогической практики изучены особенности дидактического и технологического подходов к проблеме междисциплинарного проектирования электронных образовательных ресурсов. На примере разработки междисциплинарного дидактического модуля опорной учебной дисциплины «Методология и технология проектирования информационных систем» раскрыты структура и содержание задач междисциплинарного проектирования. Построение и анализ функциональной модели в нотации IDEF0 позволили выявить структурные особенности системы междисциплинарного проектирования электронных образовательных ресурсов. В ходе исследования установлено, что разработка электронных образовательных ресурсов должна опираться на методологию, которая является результатом развития и интеграции традиционных методов и технологий дидактического и технического проектирования с учетом особенностей командной деятельности разработчиков.

Ключевые слова: информатизация высшего образования, информационно-образовательная среда, электронный образовательный ресурс, рабочая программа по дисциплине, междисциплинарное проектирование, междисциплинарный дидактический модуль

INTEGRATIVE APPROACH IN THE INTERDISCIPLINARY DESIGN OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES

Nadezhdin E.N.

Tula State Pedagogical University named after L.N. Tolstoy, Tula, e-mail: en-hope@yandex.ru

The content and contours of the modern higher education system are determined by the demands of the innovative economy of Russia in the format of a new educational paradigm. The innovative process of reforming the activities of educational organizations is built taking into account the leading principles of competence-based, personality-oriented and interdisciplinary approaches. Of fundamental importance for the implementation of the regulatory requirements of the Federal State Educational Standard for the competencies of a graduate of a master's degree are the issues of choosing the optimal educational technology and the way it is reflected in the main educational program. The methodology of pedagogical design of the educational process on the theoretical platform of an interdisciplinary approach is fully consistent with the current state of the higher education system, current problems and trends in the development of the information society. In the context of the widespread development and assimilation of network technologies and the digital transformation of higher education in pedagogical practice, electronic educational resources of a new generation are in demand. When integrated into the information and educational environment, these electronic resources can give an additional impetus to the development of educational technologies and an increase in the quality of training for masters of information technology. The article examines the general problem of interdisciplinary design of the educational process using the example of the main educational program in the direction of training 09.04.03 «Applied Informatics» (master's level). Based on the published psychological and pedagogical works and the accumulated experience of pedagogical practice, the features of the didactic and technological approaches to the problem of interdisciplinary design of electronic educational resources are studied. On the example of the development of an interdisciplinary didactic module of the basic academic discipline «Methodology and technology of information systems design», the structure and content of interdisciplinary design tasks are disclosed. The construction and analysis of a functional model in the IDEF0 notation made it possible to identify the structural features of the system of interdisciplinary design of electronic educational resources. The study found that the development of electronic educational resources should be based on a methodology that is the result of the development and integration of traditional methods and technologies of didactic and technical design, taking into account the peculiarities of the team activities of developers.

Keywords: informatization of higher education, information and educational environment, electronic educational resource, work program for the discipline, interdisciplinary design, interdisciplinary didactic module

Отличительными чертами современной системы высшего образования являются интенсивная разработка и широкое внедрение в учебный процесс новейших достижений теоретической и прикладной информатики. Одним из значимых результатов текущего этапа эволюции образовательных технологий и одновременно технологическим достижением информатизации образования стало создание во всех вузах информационно-образовательной среды (ИОС) [1, 2]. Функциональные возможности ИОС в вопросах реализации компетентностного подхода к подготовке магистров информационных технологий в значительной степени зависят от качества электронных образовательных ресурсов (ЭОР) [3, 4].

В настоящее время ЭОР являются составной частью системы методического обеспечения образовательного процесса и представлены электронными материалами, имеющими учебно-методическое, организационно-инструктивное, нормативно-регламентирующее, информационно-справочное и контролирующее назначение [5]. Эволюция ЭОР под воздействием комплекса факторов и условий развивающегося информационного общества стимулирует непрерывное обновление образовательных технологий. В теории и методологии информатизации образования ЭОР рассматриваются в качестве системообразующего структурного элемента методической системы обучения, играющего важную роль в синтезе дидактических компонентов учебного процесса [6]. Интерес к технологиям разработки и применения инновационных ЭОР существенно вырос в 2020 г. на этапе пика первой волны пандемии, когда был зафиксирован массовый переход вузов на режим дистанционного обучения.

Проблемы разработки и практического использования ЭОР с учетом растущих требований ФГОС к качеству обучения нашли отражение в работах В.Н. Гуляева, М.В. Лапенок, Н.В. Молотковой, И.В. Роберт, В.А. Трайнева и других известных ученых. Значительно меньше внимания в педагогических исследованиях уделяется вопросам развития методов дидактического проектирования ЭОР на основе междисциплинарного подхода. Данное положение дел объясняется спецификой междисциплинарных знаний и сложностью их экстрагирования, формального отображения и анализа на различных этапах разработки методической документации. Между тем, как показали последние педагогические исследования [7–9], обоснованный учет междисциплинарных связей при разработке и реализации образовательных программ следует рассматривать как доминирующий фактор повышения качества подготовки инженерных кадров в формате компетентностного подхода.

Цель статьи – раскрыть структуру и содержание подходов к междисциплинарному дидактическому проектированию ЭОР в составе методической системы обучения будущих магистров информационных технологий.

Для определённости задачи исследования ограничимся направлением подготовки магистратуры 09.04.03 «Прикладная информатика» (профиль «Медицинская информатика»). В интересах успешной реализации указанной магистерской программы в условиях педагогического университета требуется создать комплект учебно-методической документации с соответствующим набором проверенных на практике инновационных ЭОР.

Для обеспечения корректности проецирования понятия «Междисциплинарность» в область дидактического проектирования ЭОР в качестве опорной учебной дисциплины выберем дисциплину «*Методология и технология проектирования информационных систем*» (обязательная часть базового блока), а в качестве вспомогательной (дополнительной) – дисциплину «*Основы медицинской информатики*» (вариативной часть базового блока) основной образовательной программы (ООП).

Объектом исследования в статье является группа ЭОР, которые в соответствии с принятой в информатизации образования классификацией [3] могут быть отнесены к электронным изданиям учебного назначения. Электронные издания сегодня наделяются дополнительными аналитическими функциями, характерными для автоматизированных обучающих систем, в частности функциями выбора оптимальной образовательной траектории и контроля качества обучения через выполнение проектных работ и последующее электронное тестирование студентов. Подобные ЭОР активно развиваются и широко используются в учебном процессе профильных университетов [8].

Перспективные ЭОР должны соответствовать традиционным методическим требованиям, иметь педагогическую целесообразность в применении по конкретному направлению подготовки, быть адекватными возрастным особенностям обучаемых, вариативными, ориентированными на профессиональный выбор обучающегося и соответствовать технологическим возможностям существующей ИОС университета [1]. Анализ сложившейся педа-

гогической практики в условиях широкого применения сетевых технологий позволил дифференцированно выделить перспективные для развития характеристики ЭОР, в которых может быть реализован их большой дидактический потенциал [5, 9]: индивидуальность, интерактивность и адаптивность обучения, наглядное моделирование, междисциплинарность, системность и структурно-функциональную связанность представления учебного материала.

В известных педагогических работах вопросы разработки ЭОР рассматриваются, как правило, в контексте традиционного дидактического проектирования, в основе которого лежат принципы подбора и систематизации материала, отбора методов и средств обучения, функционирующих на базе ИКТ [6]. Результаты дидактического проектирования обычно регламентированы и отвечают нормативным требованиям ФГОС и направленности обучения. Вслед за Л.А. Юргиной [10] дидактическое проектирование будем рассматривать как составляющую целостного процесса педагогического проектирования, сущность которого заключается в целостном решении задач обучения и прохождением этого решения поэтапно через три уровня проектирования: моделирование; проектирование; конструирование.

Анализ и обобщение результатов педагогических исследований, представленных в работах [8, 10, 11], и накопленного опыта профессиональной деятельности [4, 12] дают основание выделить базовые принципы дидактического проектирования учебного процесса, в который интегрируются ЭОР:

1) *принцип адекватности*, означающий, что в проекте должны быть отражены нормативные требования к компетенциям обучающихся и механизм их поэтапного формирования в реальном учебном процессе с учетом полного набора факторов и условий обучения;

2) *принцип системности*, который проявляется в многообразии определения состава, структур, целей проекта, его компонентов и задач проектирования, а при реализации предполагает рассмотрение целостной модели: «объект управления – управляющая система – внешняя среда»; при этом выбор стратегии проектирования, набора проектировочных действий и инструментальных средств осуществляется ситуативно на основе комплексного учета требований к проекту и взаимосвязей между его компонентами;

3) *принцип поэтапности*, который предполагает, что задачи проектирования должны рассматриваться в рамках принятой концептуальной модели совместно с учетом логических, временных и информационных связей без нарушения их внутренней структуры;

4) *принцип научности содержания,* предусматривающий раскрытие диалектических закономерностей и причинно-следственных связей между предметами, явлениями, процессами и событиями, а также обязательное включение в содержание обучения только актуальной информации, отвечающей современному уровню развития науки, техники и технологий;

5) *сочетание коллективных и индивидуальных форм* организации учебной деятельности с учетом базовой подготовки, возрастных особенностей и потребностей обучающихся;

6) *принцип вариативности* методов, средств и форм обучения (в рамках нормативных требований и условий обучения);

7) *принцип активизации* познавательной деятельности, предусматривающий побуждение обучающихся к энергичному, целенаправленному учению, преодолению пассивной и типичной деятельности, спада и застоя в умственной работе; при этом преследуется цель – формирование активности обучающихся, повышение качества учебно-воспитательного процесса через разнообразие форм, методов и средств обучения, выбор таких их сочетаний, которые стимулируют активность и самостоятельность обучающихся, повышают уровень мотивации к освоению учебного материала;

8) интеграция возможностей ЭОР и дидактического потенциала конкретного качественного уровня (классического, неклассического, постнеклассического) процесса обучения в рамках концептуальных, целевых и технологических императивов последнего [6].

В классических работах, посвященных методологическим вопросам дидактического проектирования ЭОР, принято выделять два базовых уровня проектирования: теоретико-методологический и технологический [13]. Известный методический приём можно считать обоснованным, поскольку на его основе открывается возможность структурировать предметную область, выделить объект и предмет исследования и дифференцировать применяемый методический аппарат.

Теоретико-методологический уровень дидактического проектирования включает в себя целенаправленную исследовательско-аналитическую деятельность по обоснованию назначения и структуры ЭОР, отбору содержания контента. Технологический уровень предполагает деятельность

по практической реализации и апробации концепции ЭОР с применением известных методов и инструментария теории информационных систем. Одновременно отметим, что грань между указанными уровнями проектной деятельности в силу многоаспектности, распараллеливания и итерационности процедур проектирования ЭОР во многих случаях носит условный характер. Сегодня определяющее влияние на результаты проектирования оказывают вопросы выбора среды проектирования с функционально полным набором инструментальных средств (баз данных, моделей, паттернов, сервисов). В этой связи представляется перспективным изучение возможности постановки и интерпретации задач дидактического проектирования ЭОР на теоретической платформе интегративного подхода [8].

Предположим, что проектируемый ЭОР представляет собой междисциплинарный дидактический модуль (МДМ), являющийся структурным компонентом учебно-методичес-кого комплекса опорной дисциплины «Методология и технология проектирования информационных систем». При этом МДМ ориентирован на задачи информационно-аналитической и методической поддержки проектной деятельности обучающихся в области создания и исследования медицинских информационных систем (МИС), на закрепление пройденного материала и формирование у магистрантов прикладных умений и навыков. На МДМ также возлагаются функции информационной поддержки и контроля самостоятельной работы магистрантов в рамках сквозной учебной дисциплины «Научно-исследовательская работа».

Выделим основные функциональные задачи МДМ:

1) формализация требований ФГОС к компетенциям выпускника магистратуры;

2) идентификация профиля обучающегося;

3) формирование индивидуального задания на выполнение проекта МИС с детализацией массива исходных данных и ограничений;

4) предоставление доступа обучающегося к специализированному электронному контенту учебно-методического характера и справочного характера;

5) аналитическая поддержка задач прогностической оценки качества и экономической эффективности проекта МИС;

6) генерация контрольных тестовых заданий по теоретическому материалу;

7) обеспечение электронного тестирования обучающегося в интересах текущего контроля и самоконтроля знаний, умений и навыков;

8) обеспечение интерактивного доступа ведущего преподавателя к результатам учебной и проектной деятельности обучающихся и к рабочим материалам проекта МИС.

Анализ перечисленных функций дает основание для определения компонентного состава МДМ. В числе функциональных компонентов МДМ укажем следующие:

1. Информационный контент (учебные материалы в виде тематических модулей, списки рекомендуемой литературы, видеоматериалы, презентации, ссылки на интернет-ресурсы, объявления).

2. Банк общекультурных и профессиональных компетенций (с указанием элементов дисциплинарного влияния).

3. Базу библиографии учебной и учебно-методической литературы.

4. Базу нормативно-правовых документов и справочных данных, типовых форм (шаблонов) проектных и эксплуатационных документов.

5. Блок типовых архитектурных, технологических, проектных и других решений.

6. Блок идентификации уровня подготовки и профиля обучающегося и выбора рациональной траектории обучения.

7. Вычислительные калькуляторы для производства экономических расчетов.

8. Вычислительные калькуляторы для анализа и оптимизации проектных решений.

9. Вычислительные калькуляторы для расчета и оценки системных показателей МИС.

10. Банк контрольных вопросов и тестовых заданий для основных разделов предметной области опорной дисциплины.

11. Расширенный глоссарий междисциплинарной предметной области.

12. Банк творческих заданий междисциплинарного характера для закрепления материала и развития актуальных профессиональных умений и практических навыков.

13. Базу междисциплинарных заданий для самостоятельной работы студентов.

14. Банк корректировки моделей, алгоритмов и процедур с учетом особенностей междисциплинарных областей знаний и требований задания на создание МИС.

15. Банк моделей компетентностного портрета выпускника магистратуры.

16. Интерфейс пользователя с набором расширенных информационно-аналитических функций.

17. Модули и инструменты реализации обратной связи с пользователем, администратором сервиса или ведущим преподавателем учебной дисциплины.

18. Дополнительные блоки, выполняющие вспомогательные функции.

Таким образом, с одной стороны, МДМ представляет собой относительно автономный модуль методической системы обуче-

ния магистрантов, имеет явно выраженные дидактические свойства, отражающие механизм реализации в учебном процессе принятой образовательной технологии. С другой стороны, МДМ – это электронный образовательный ресурс. В этой связи общую задачу проектирования МДМ следует рассматривать в двух аспектах: с позиций дидактики и с позиций теории информационных систем. Дополнительно отметим, что в соответствии с логикой учебного процесса структура МДМ должна обладать кибернетическими свойствами, то есть в структуре МДМ должны присутствовать компоненты, реализующие известный принцип обратной связи [2].

Примем допущение, что в нашей работе рассматривается задача междисциплинарного дидактического проектирования МДМ с частично заданной структурой. Тогда в соответствии с рекомендациями системного подхода к исследованию сложных динамических систем в структуре МДМ можно выделить: неизменяемую подсистему, вариативную (изменяемую) подсистему и пользовательский интерфейс.

На рис. 1 показана укрупненная структура МДМ.

В состав неизменяемой (при проектировании) подсистемы МДМ включим компоненты из приведенного выше списка с порядковыми номерами 1,…,10. К вариативной (изменяемой) подсистеме МДМ отнесем блоки 11,…15, содержание которых дополняется и корректируется в процессе междисциплинарного проектирования. Это следующие компоненты: глоссарий междисциплинарной предметной области; набор междисциплинарных заданий для самостоятельной работы, банк алгоритмов, моделей и проектных решений, отражающих междисциплинарность требований расширенной предметной области; банк моделей компетентностного портрета выпускника магистратуры.

После прохождения тестирования и верификации разработанный МДМ должен быть интегрирован в ИОС университета и согласованно работать с базами данных и МДМ других учебных дисциплин ООП. Унификация проектируемого МДМ достигается на основе применения стандартной платформы (оболочки) и унифицированного набора инструментов для хранения, преобразования и визуализации информации. Расширение функционала МДМ путем реализации аналитических функций (компоненты 6, 14 и 17), направленных на корректировку учебного процесса с учетом уровня подготовки, профиля, когнитивного стиля и запросов магистрантов, способствует интеллектуализации технологии обучения. Последнее дает основание классифицировать проект МДМ как разновидность интеллектуальных обучающих систем, наделенных элементами настройки, адаптации, самообучения.

Разработка и применение МДМ должны соответствовать рекомендациям ФГОС и отвечать требованиям целостности образовательного процесса, целям гармоничного развития личности обучающихся, содержанию, методам и формам обучения. Вместе с тем характеристики МДМ должны обеспечивать гибкую информационную, методическую и психолого-педагогическую поддержку многоаспектной подготовки будущих магистров информационных технологий.

Как известно, учебный процесс опирается на базовые принципы системности и интегративности, при реализации которых важную роль играет междисциплинарная интеграция знаний, умений и навыков. В этой связи одним из перспективных путей совершенствования подготовки будущих магистров информационных технологий в условиях цифровой трансформации общества является междисциплинарное проектирование учебного процесса, позволяющее реализовать принципы деятельностного, личностно-ориентированного и акмеологического подходов и осуществить выбор и согласование методов, средств и технологии обучения [11].

Под междисциплинарным дидактическим проектированием будем понимать деятельность ППС, направленную на разработку распределенного информационного ресурса для предметных областей нескольких дисциплин базового и профильного блоков ООП, осуществляемую в интересах реализации нормативных требований ФГОС к профессиональным компетенциям выпускников университета. Междисциплинарное проектирование осуществляется поэтапно путём решения цепочки информационно связанных проектных задач.

В основе технологии междисциплинарного дидактического проектирования учебного процесса лежат следующие положения.

1. Осуществляются выделение и формализованное описание набора нормативных общекультурных и профессиональных компетенций выпускника магистратуры в виде UML-диаграмм [12]. При этом в моделях компетентностного портрета дифференцированно представляются компетенции, которые формируются под воздействием нескольких дисциплинарных факторов.

2. Для оценки качества обучения магистрантов выделяются метрики (показате-

ли), характеризующие сформированность нормативно заданных междисциплинарных компетенций с учетом результатов выполнения междисциплинарных проектных заданий и индивидуального тестирования.

Рис. 1. Укрупненная структура МДМ

3. Выбор методов, форм и средств обучения осуществляется с учетом выявленного уровня базовой подготовки и профиля магистранта. Процесс обучения предусматривает создание научно-педагогических, психологических и других условий для осуществления механизма комплексного воздействия дисциплинарных областей знаний.

4. Для выполнения проекта МДМ предусматривается командная (групповая) деятельность ведущих преподавателей, методистов, экспертов, программистов, объединенных в рабочую группу. При организации проектной деятельности специалистами рабочей группы используется накопленный опыт командной разработки ИТ-проектов [14].

5. На этапе анализа расширенной предметной области осуществляются: структурирование содержательной части проекта (с указанием поэтапных результатов); содержательное представление дисциплинарных областей знаний и междисциплинарных знаний.

6. Отражение в составе МДМ замкнутого цикла обучения по схеме: *«цель обучения – подбор материала – изучение – закрепление – контроль качества обучения».*

7. В основу методики междисциплинарного проектирования должны быть положены апробированные методы педагогического и технического проектирования соответственно учебного процесса и поддерживающих его информационных компонентов.

8. Сущности и содержанию междисциплинарного проектирования в большей степени соответствует итерационная схема организации проектных работ, отвечающая спиральной модели жизненного цикла информационной системы.

В интересах выявления особенностей структурных связей между компонентами системы междисциплинарного проектирования МДМ воспользуемся известной методологией функционального моделирования информационных систем в нотации IDEF0 [15].

На рис. 2 приведена контекстная диаграмма системы междисциплинарного проектирования МДМ. В соответствии с рекомендациями методологии функционального моделирования контекстная диаграмма (диаграмма 0-го уровня) позволяет представить систему проектирования в виде «черного ящика» с дифференцированным выделением входов, выходов, привлекаемых ресурсов, основных ограничений и условий проектирования.

На рис. 3 в нотации IDEF0 представлена диаграмма 1-го уровня декомпозиции системы междисциплинарного проектирования МДМ. На диаграмме (рис. 3) выделены четыре укрупненных функциональных блока, информационно связанных между собой.

В качестве входной информации диаграммы (рис. 3) системы проектирования рассматривается содержание рабочей программы опорной дисциплины (РП ОД) и рабочей программы дополнительной дисциплины (РП ДД).

По результатам выполнения *блока 1* «Анализ расширенной предметной области» создается комплект документов *КД-01*, включающий: глоссарий расширенной предметной области; математические модели компетентностного портрета выпускника магистратуры; модели междисциплинарной области знаний.

По результатам реализации *блока 2* «Выбор методических средств обучения» формируется комплект документов *КД-02*, который включает: методы и формы индивидуального обучения и текущего контроля; индивидуальное задание на самостоятельную работу и регламент его выполнения; тестовые задания и др.

По результатам реализации функционала *блока 3* «Формирование контента и баз данных (БД)» формируется комплект документов *КД-03*, который включает: учебно-методические материалы, заполняются базы данных и банки методических материалов.

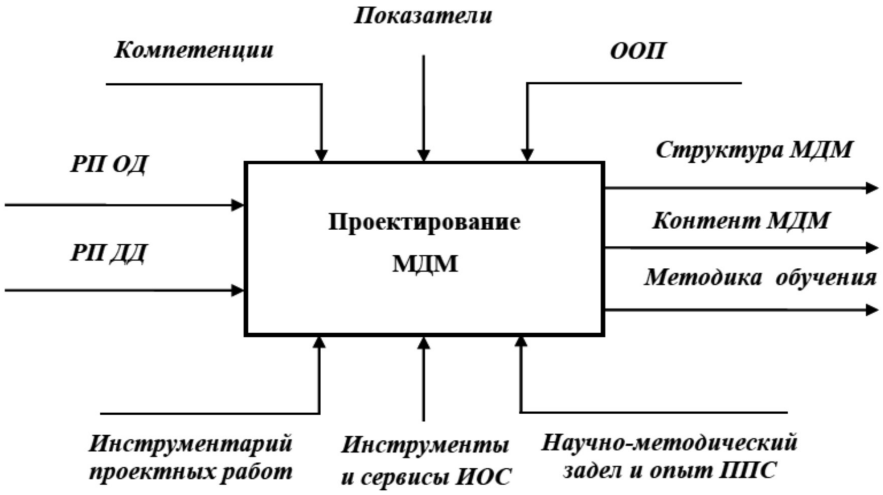


Рис. 2. Контекстная диаграмма системы междисциплинарного проектирования МДМ

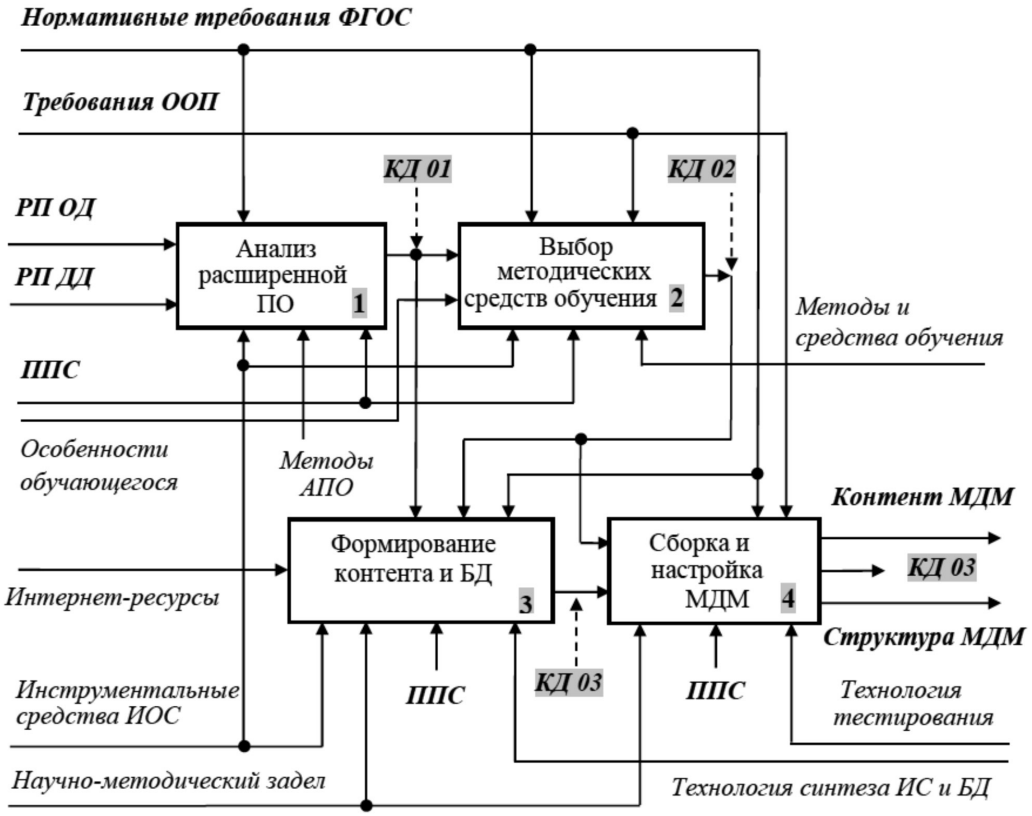


Рис. 3. Диаграмма 1-го уровня декомпозиции системы междисциплинарного проектирования МДМ в нотации IDEF0 (АПО – анализ предметной области)

По результатам выполнения *блока 4* «Сборка и настройка МДМ» определяется оптимальная структура и фиксируется контент МДМ, а также формируется комплект документов *КД-04*, который содержит окончательный вариант методики обучения магистрантов в виде описания, инструкций и рекомендаций.

Заключение

1. На примере синтеза МДМ учебной дисциплины «Методология и технология

проектирования информационных систем» изучены структура и содержание системы междисциплинарного дидактического проектирования ЭОР.

2. Для успешного осуществления задач междисциплинарного проектирования ЭОР требуется методический аппарат, адекватный требованиям принятой концепции обучения и рационально сочетающий в себе методы и модели дидактического и технического проектирования, дополненные компонентами, которые поддерживают кибернетическую модель личностно-ориентированного обучения [12].

3. Освоение на практике интегративного подхода к задачам междисциплинарного дидактического проектирования ЭОР будет способствовать улучшению качества всех компонентов ООП по направлению магистратуры «Прикладная информатика» [14]. Формализация технологии интегративного подхода позволит сократить затраты времени ППС на разработку инновационных ЭОР и в перспективе на существующей базе ИОС университета создать унифицированную технологическую платформу для оперативной адаптации ООП в соответствии с меняющимися требованиями ФГОС и новыми условиями обучения.

Список литературы

1. Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В. Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной информационной среде обучения технического вуза // Открытое образование. 2017. Т. 21. № 2. С. 21–28. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-2-21-28.

2. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Исследование интегрированных систем управления качеством обучения: монография. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 306 с.

3. Трайнев В.А. Электронно-образовательные ресурсы в развитии информационного общества (обобщение и практика): монография. 2-е изд., стер. М.: Издательско-торговая кор-порация «Дашков и К°», 2020. 254 с.

4. Надеждин Е.Н. Метод проектов в системе обучения магистрантов по направлению подготовки «Прикладная информатика» / В сборнике: Образование и педагогика: теория и практика. Сборник материалов Всероссийской НПК. БУ ЧР ДПО «Чувашский республиканский институт образования» Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики. Чебоксары, 2020. С. 45–48.

5. Молоткова Н.В., Анкудимова И.А., Свиряева М.А. Дидактические требования к электронным образовательным ресурсам // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2011. № 2 (33). С. 202–206.

6. Гуляев В.Н., Пронин Д.Н. Проектирование электронных образовательных ресурсов в высшей школе // Мир науки. Педагогика и психология. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: https://mir-nauki.com/PDF/58PDMN519.pdf (дата обращения: 13.03.2021).

7. Шестакова Л.А. Теоретические основания междисциплинарной интеграции в образовательном процессе вузов // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 2013. № 1 (2). С. 47–52.

8. Старшинова Т.А., Мухаметзянова А.Г. Формирование профессиональной компетентности на основе интегративного подхода: создание междисциплинарных учебно-методических комплексов // Казанский педагогический журнал. 2018. № 4. С. 90–94.

9. Попова Н.В. Междисциплинарная интеграция как основа проектирования учебного процесса в высшей школе // Университетский научный журнал. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургский университетский консорциум, 2012. № 3. С. 98–109.

10. Юргина Л.А. Дидактическое проектирование в структуре профессиональной деятельности педагога // Гуманизация образования. 2010. № 2. С. 112–118.

11. Миронова Л.И. Формирование профессиональной компетентности бакалавров – систем-ных администраторов с использованием технологии междисциплинарного проектирования // Научно-педагогическое обозрение. 2014. № 2 (4). С. 20–27.

12. Надеждин Е.Н. Опыт индивидуализации обучения магистрантов по направлениям подготовки 02.04.03 и 09.04.03 на примере обязательных дисциплин учебного плана // Решение проблем учебно-методического обеспечения при реализации ФГОС ВО 3++: материалы XLVII научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов, соискателей ТГПУ им. Л.Н. Толстого. 2020. С. 209–211.

13. Пронин Д.Н. Концептуализация процесса дидактического проектирования электронных образовательных ресурсов в высшей военной школе // Интернет-журнал «Мир науки». 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://mir-nauki.com/PDF/04PDMN618.pdf (дата обращения: 13.03.2021).

14. Надеждин Е.Н. Междисциплинарные знания как дидактический ресурс в совершенствовании образовательной технологии и повышении качества обучения // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 12–1. С. 187–195.

15. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. М.: Финансы и статистика, 2006. 192 с.

УДК 378:37.026.7

ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС ДИСЦИПЛИНЫ КАК СРЕДСТВО ДИДАКТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Одинцова Л.А., Бронникова Л.М., Михайлова О.Ю.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул, e-mail: lubo.odintsova@yandex.ru

В настоящей статье теоретически обоснована и описана структура электронного курса дисциплины, предлагаемого в качестве средства организации самостоятельной деятельности студентов при изучении математического анализа. Теоретической базой послужили выявленные авторами признаки развитой самостоятельной деятельности в условиях дистанционного обучения и основные принципы формирования предлагаемого дидактического обеспечения (системности и деятельности, модульности, гармонизации теоретической и практической составляющих математической подготовки, управляемости). Выделены основные составляющие компоненты данного средства дидактической поддержки самостоятельного формирования приемов и способов деятельности по применению изученного теоретического материала на практике в условиях дистанционного обучения: 1) электронный курс лекций; 2) тематика лекций; 3) модульная программа изучения. Первые два компонента дают четкое представление о содержании дисциплины в целом и ее содержательном структурировании, третий компонент обеспечивает организацию учебной деятельности самостоятельными завершенными модулями и учебными элементами, каждый из которых предусматривает мотивацию, целенаправленную, последовательную, управляемую математическую деятельность по овладению знаниями, способами деятельности, самоконтроля и самооценки. В ее структуре подробно описаны все виды модулей и учебных элементов, позволяющих реализовать выделенные принципы применения созданного электронного курса дисциплины. Анализ результатов использования авторского дидактического обеспечения в процессе дистанционного обучения студентов математическому анализу показал положительную динамику повышения качества усвоения знаний и способов деятельности будущими учителями математики.

Ключевые слова: самостоятельная математическая деятельность, дистанционное обучение, дидактическое обеспечение, электронный ресурс, модульный подход в образовательном процессе

ELECTRONIC COURSE OF THE DISCIPLINE AS A MEANS OF DIDACTIC SUPPORT OF THE INDEPENDENT MATHEMATICAL ACTIVITY OF FUTURE TEACHERS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

Odintsova L.A., Bronnikova L.M., Mikhailova O.Yu.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: lubo.odintsova@yandex.ru

This article theoretically substantiates and describes the structure of the electronic course of the discipline, which is proposed as a means of organizing the independent activity of students in the study of mathematical analysis. The theoretical basis was the features of developed independent activity identified by the authors in conditions of distance learning and the basic principles of the formation of the proposed didactic support (consistency and activity, modularity, harmonization of theoretical and practical components of mathematical training, controllability). The main components of this didactic support tool for the independent formation of techniques and methods of activity for the application of the studied theoretical material in practice in distance learning are highlighted: 1. Electronic course of lectures, 2. Topics of lectures, 3. Modular study program. The first two components give a clear idea of the content of the discipline as a whole and its content structuring, the third provides the organization of educational activities of its study with independent completed modules and educational elements, each of which provides for motivation, purposeful, consistent, controlled mathematical activity for mastering knowledge, methods of activity. self-control and self-esteem. In its structure, all types of modules and educational elements are described in detail, which make it possible to implement the selected principles of applying the created electronic course of the discipline. The analysis of the results of using the author's didactic support in the process of distance learning in mathematical analysis of students showed a positive dynamics in the quality of assimilation of knowledge and methods of activity by future teachers of mathematics.

Keywords: independent mathematical activity, distance learning, didactic support, electronic resource, modular approach in the educational process

Возрастание роли математических знаний и методов в развитии различных направлений науки, происходящие стремительные изменения в современном обществе, обусловленные его информатизацией, требуют пересмотра содержания математического образования, тщательного отбора форм, методов и средств его организации, отвечающих требованиям развивающейся науки, достижениям технического прогресса, условиям, в которых происходит организация образовательного процесса.

Реализация федеральных образовательных стандартов нового поколения по направлению «Педагогическое образование» [1], формирование российской системы непрерывного образования [2], создавшиеся ситуации, при которых вузы вынуждены

переводить студентов на удаленное обучение (направление на длительную практику в связи с нехваткой учителей в отдаленных сельских школах либо отправка групп студентов на самоизоляцию в связи с массовым заболеванием), ставят задачу подготовки студента к самостоятельной внеконтактной математической деятельности. Это влечет за собой частные проблемы создания адекватных условиям методов и средств самостоятельного учения.

В современной педагогической литературе достаточно работ, посвященных определению статуса дистанционного обучения и выработке требований к его организации [3], созданию программного обеспечения для оперативного и наглядного представления учебного материала [4], разработке приемов пролонгированного учета усвоения знаний и способов деятельности по учебной дисциплине [5], созданию электронных ресурсов дидактического сопровождения управления образовательным процессом в условиях дистанционного обучения [6].

В то же время остаются открытыми вопросы: каким должно быть электронное дидактическое сопровождение каждого раздела учебной дисциплины, которым необходимо снабдить студентов очных отделений педагогических вузов с математическим профилем подготовки, переходящих временно на дистанционное обучение, позволяющее им быстро адаптироваться к новым условиям учебной деятельности? Каким требованиям должны удовлетворять его составляющие и как с его помощью студенты будут работать над усвоением математических знаний и способов деятельности?

Математические дисциплины, предлагаемые для изучения студентам педвуза, обучающимся по профилю «Математика», трудоемки и изучаются обычно в течение нескольких семестров. Поскольку студенты будут использовать сопровождающие дидактические материалы самостоятельно без непосредственного общения с преподавателем, необходимо обеспечить удобство их применения при работе над учебным материалом. Считаем целесообразным создание единого электронного ресурса для изучения каждого раздела дисциплины, содержащего в качестве компонентов дидактические материалы, помогающие студенту глубоко и осознанно усвоить теоретический материал и овладеть приемами математической деятельности, а именно: 1) осознать математическую теорию, служащую базой для овладения способами деятельности по использованию знаний при решении возникающих проблем и практических задач; 2) овладеть навыками работы с математическим материалом; 3) осознать и свободно ориентироваться в требованиях, предъявляемых к усвоению математических знаний и способов деятельности. В статье авторов [6] представлена разработанная система дидактического обеспечения управления очно-дистанционным образовательным процессом подготовки будущего учителя математики, в которой схематично обозначены структура и содержание важнейшего компонента «Электронный курс дисциплины». В силу того, что статья посвящена раскрытию управленческих аспектов использования электронного курса дисциплины, в ней не нашли отражения приемы и способы структурирования учебного материала, представления его обучающимся и организации математической деятельности с ним для достижения всех задач подготовки учителя для развивающейся современной школы и школы будущего.

Целями настоящей статьи являются: теоретическое обоснование, разработка структуры, содержания «Электронного курса дисциплины» (ЭКД), служащего первым компонентом системы дидактического обеспечения управления, ориентиром и средством организации самостоятельной деятельности по изучению программного материала изучаемого раздела дисциплины, приемов использования для осуществления самообразовательного процесса; экспериментальная проверка эффективности.

Частные задачи исследования: выявление основных компонентов ЭКД и принципов наполнения их содержанием, установление взаимосвязей между ними и выявление приемов и способов использования для организации студентом своей деятельности по выяснению сущности изучаемых понятий, методов и приемов оперирования ими.

Материалы и методы исследования

Конструирование «Электронного курса дисциплины» как средства дидактического обеспечения самостоятельной математической деятельности будущего учителя в условиях дистанционного обучения осуществлялось на следующей методологической базе:

– основных положениях системно-деятельностного, модульного подходов в образовательном процессе, разработанных И.А. Зимней [7], В.А. Хуторским [8] и М.А. Чошановым [9];

– концептуальных основах самообразования, изложенных в трудах И.Ф. Медведева [10];

– технологиях и педагогических условиях разработки и использования элек-

тронных учебно-методических документов, регламентирующих деятельность студентов в условиях дистанционного обучения, выявленных в работах Е.С. Полат [3], Г.В. Лаврентьева [4], Л.А. Одинцовой и Л.М. Бронниковой [6];

– основных положениях гармонизации теоретической и практической составляющих математической подготовки будущего учителя, изложенных в трудах Г.Г. Саранцева [11].

Исходя из принятого методологического аппарата выделены критерии сформированности самостоятельной деятельности в условиях дистанционного обучения: развитая внутренняя мотивация на осуществление деятельности; самостоятельность в мышлении и деятельности, самореализация и саморазвитие; системность и систематический характер деятельности, рефлексия, самоорганизация, самообучение, самоконтроль и самооценка.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно методологическому аппарату исследования, в качестве основных принципов конструирования и использования электронного курса дисциплины как средства дидактической поддержки самостоятельной деятельности будущего учителя математики в условиях дистанционного обучения выбраны следующие положения:

– системности и деятельности. Создаваемый электронный курс дисциплины должен быть ориентирован на реализацию (в условиях специальной системно организованной учебной деятельности на основе выполнения сформированной системы заданий) развития умений и навыков самообразовательной деятельности обучающихся;

– модульности. Процесс усвоения студентами содержания учебного материала должен быть организован путем последовательного предъявления модулей относительно самостоятельных учебных единиц, включающих: 1) задания для проверки готовности обучающихся к усвоению знаний и способов деятельности данного модуля, мотивирующих повторительную и коррекционную деятельность, направленность на изучение нового материала; 2) теоретический материал, служащий базой освоения математической деятельности; 3) вопросы, активизирующие деятельность обучающихся по осознанию и усвоению понятий и их свойств; 4) задания на овладение приемами доказательства утверждений; 5) вопросы и задания, способствующие рефлексивной деятельности, развивающей аналитическое мышление и критическую оценку результатов своего учебного труда;

– гармонизации теоретической и практической составляющих математической подготовки будущего учителя. Организуемая самостоятельная деятельность должна способствовать гармоничному сочетанию осознанного усвоения теоретического материала (понятий и утверждений) и овладения приемами деятельности с ним;

– управляемости. Содержание электронного курса и планируемая деятельность формируются на основе анализа достигнутых обучающимися результатов предшествующего усвоения знаний и способов деятельности, полученных при проведении систематического контроля (текущего, тематического, семестрового), и осуществления коррекционной работы.

С опорой на результаты пробного педагогического эксперимента по использованию электронного курса дисциплины, изучения мнения студентов о доступности представленных дидактических материалов и удобства пользования им были внесены коррективы в содержание и структурирование электронного курса: в структуре курса выделены три блока, ее можно представить в виде схемы (рис. 1).

Блок 1. Электронный курс лекций, в котором представлен последовательно и четко изложенный курс лекций по изучаемому разделу дисциплины с исторической справкой, списком литературы, достаточным количеством иллюстративного материала, вопросами для самоконтроля по каждой главе.

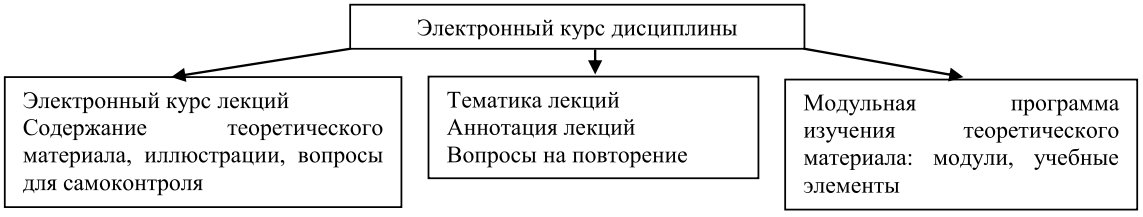


Рис. 1. Структура электронного курса дисциплины

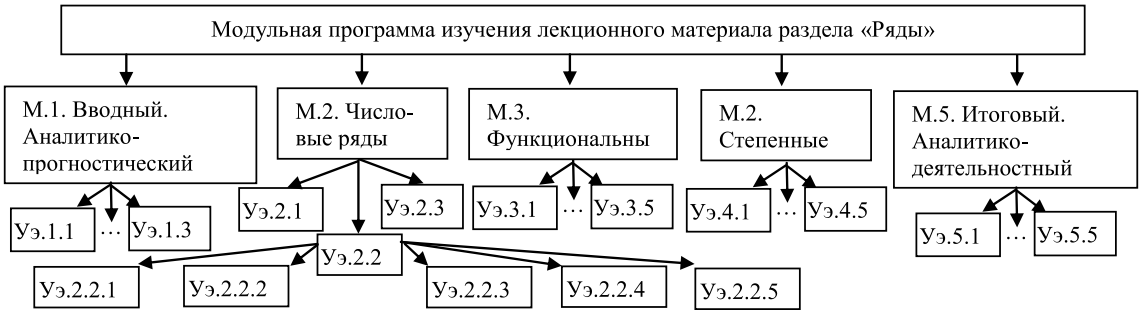


Рис. 2. Модульная программа изучения лекционного материала раздела «Ряды»

Блок 2. Темы лекций. В нем приведены развернутые планы лекций; представлены вопросы для повторения ранее пройденного материала, инструкции, указания, схемы организации изучения понятий и теорем; выделены понятия и их свойства, на которые следует обратить особое внимание в силу сложности, трудности усвоения и важности для дальнейшего изучения дисциплины, других дисциплин учебного плана, школьной математики.

Блок 3. Модульная программа изучения лекционного материала. Теоретический материал, подлежащий усвоению, подразделяется на конечное число относительно самостоятельных модулей, взаимосвязанных, дополняющих друг друга и обеспечивающих связь учебного материала модуля с другими разделами дисциплины. Например, в разделе «Ряды» естественным образом выделяются модули: а) числовые ряды, б) функциональные последовательности и ряды, в) степенные ряды и их приложения. Но для того, чтобы нацелить обучающихся на усвоение знаний и овладение способами деятельности, формируемыми именно в этом разделе, важно в самом начале раскрыть, что будет изучаться в нем, где это пригодится при изучении математического анализа и других профильных дисциплин, какие знания и способы деятельности, освоенные ранее, будут необходимы для глубокого усвоения данного раздела. Отсюда следует необходимость включения еще двух модулей: вводного – аналитико-прогностического и заключительного – аналитико-деятельностного. Итак, модульная программа изучения раздела «Ряды» состоит из следующих модулей: М1. Вводный. Аналитико-прогностический; М2. Числовые ряды; М3. Функциональные ряды; М4. Степенные ряды и их приложения; М5. Итоговый. Аналитико-деятельностный. Последний обобщает и систематизирует изученный материал, показывает его практическую значимость.

В свою очередь, каждый из выделенных модулей делится на несколько учебных элементов. Так, модуль М1 делится на элементы: Уэ.1.1. Постановочный (выяснение роли и места раздела в структуре курса математического анализа, других профильных дисциплин, школьной математики, цели изучения); Уэ.1.2. Базово-инициирующий (выявление теоретических и практических основ его изучения, побуждение студентов путем постановки рефлексивных вопросов к самооценке достаточности своих ранее приобретенных знаний и способов деятельности для усвоения новых); Уэ.1.3. Рефлексивно-прогностический (на основе рефлексии осуществляется планирование повторения и коррекционной работы).

Модуль М2 состоит из элементов: Уэ.2.1. Повторительно-мотивирующий; Уэ.2.2. Понятие числового ряда. Основные свойства сходящихся рядов; Уэ.2.3. Положительные ряды. Признаки сходимости; Уэ.2.4. Знакопеременные ряды; Уэ.2.5. Рефлексивно-систематизирующий. Совершенно аналогично разбиваются на учебные элементы модули М3 и М4; первыми элементами в них будут соответственно Уэ.3.1. и Уэ.4.1. – Повторительно-мотивирующие, а заключительными – Уэ.3.5. и Уэ.4.5. – Рефлексивно-систематизирующие. Учебные элементы разных модулей, имеющие организационно-управляющий учебный характер, такие как Уэ.2.2, 2.3, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3, 4.4, подразделяются (в зависимости от содержания конкретного учебного материала) обычно на 3–4 учебных элемента второго порядка, например 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3; 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3; и т.д. В их составе выделяются элементы следующих типов: 1) ориентационный; 2) теоретико-деятельностный, 3) практический; 4) контрольно-направляющий; 5) управленческий и самоуправленческий.

Приведем некоторые пояснения деления учебных элементов первого порядка на учеб-

ные элементы второго порядка на примере учебного элемента Уэ.2.2. Понятие числового ряда. Основные свойства сходящихся рядов. Его разбиваем на элементы второго порядка: Уэ.2.2.1. Ориентационный – позволяющий студенту понять, как на основе понятия числовой последовательности и ее сходимости формируется понятие числового ряда и его сходимости; Уэ.2.2.2. Теоретико-деятельностный – представляющий собой изложение теоретической составляющей модуля М2. Кроме введения понятий, выяснения всех существенных признаков каждого понятия, приведения примеров и контрпримеров (примеры объектов, не подпадающих под понятие), важной составляющей данного учебного элемента является обучение доказательству утверждений, основными компонентами которого служат: а) выделение условия и заключения теоремы; б) постепенное выстраивание всех этапов доказательства с иллюстрацией использования всех условий теоремы, а также известных предложений с обязательным обоснованием возможности использования в условиях данной теоремы; в) подведение итогов доказательства; Уэ.2.2.3 Практический – служит содержательной основой для формирования умений и навыков применения теоретических знаний и уже сформированных способов деятельности к доказательству утверждений и решению задач. Его содержание состоит из конкретных заданий на использование доказанных утверждений при обосновании сходимости или расходимости рядов. Путем последовательно поставленных вопросов организуется деятельность студентов по применению только что построенного фрагмента математической теории к исследованию нового объекта изучения – числового ряда. Именно этот элемент позволяет осуществлять гармоничное сочетание теоретических знаний и формирование практических умений и навыков; Уэ.2.2.4. Контрольно-направляющий элемент выполняет две функции: контролирующую и направляющую. Для реализации контролирующей функции в содержании элемента присутствуют контролирующие средства (вопросы, задачи), предъявляемые по ходу изложения материала или при подведении промежуточных итогов. В нем предусмотрены также задания корректирующего характера для исправления ошибок в усвоении учебного материала. Особенностью данного элемента является его подвижность, он может присутствовать не только в одном месте лекции, а в нескольких. Действительно, на лекции вводится обычно несколько понятий и доказываются несколько теорем, и при работе с каждым таким математическим объектом у студентов могут возникнуть проблемы усвоения; Уэ.2.2.5. Управленческий и самоуправленческий элемент представляет собой систему требований, методических рекомендаций, указаний, памяток, образцов выполнения заданий, адресованных студентам и облегчающих организацию их самостоятельной учебной деятельности по изучаемому разделу дисциплины.

Следует отметить, что в каждом учебном элементе модульной программы присутствуют задания, активизирующие деятельность студентов: 1) обозначены вопросы, на которые следует дать ответы; 2) предложено вписать пропущенные слова и словосочетания, помогающие уточнить сущность изложенного; 3) предлагается применить разобранный материал к решению задачи или доказательству утверждения; 4) предусмотрены возможные затруднения и приведены ссылки на нужный вспомогательный материал.

Настоящее исследование выполнено в качестве дополнения, уточнения, систематизации результатов изучения проблемы «Дидактическое обеспечение управления очно-дистанционным образовательным процессом по математике первокурсников педвуза», прошедшей апробацию в преподавании дифференциального исчисления функции одного переменного и его приложений, опубликованной в печати [6]. Использование разработанной схемы создания электронного дидактического обеспечения дистанционного обучения более сложному разделу математического анализа «Неопределенный интеграл» показало необходимость расширения спектра составляющих его компонентов, усиления внимания к дидактическому обеспечению усвоения теоретической составляющей математического анализа. Это повлекло за собой исследование, результаты которого представлены в данной статье.

Выводы

В результате изложенного решения проблемы усиления дидактической поддержки усвоения теоретической составляющей математической дисциплины сделаны следующие выводы.

1. Структура «Электронного курса дисциплины», служащего ориентиром и средством организации самостоятельной деятельности по изучению раздела дисциплины, должна содержать три компонента: блок 1. Электронный курс лекций; блок 2. Тематика и планы лекций; блок 3. Модульная программа изучения лекционного материала.

2. Блок «Электронный курс лекций» включает содержание теоретического материала, иллюстрации, вопросы для самоконтроля; блок «Тематика и планы лекций» – темы аннотации лекций, вопросы на повторение изученного; блок «Модульная программа изучения лекционного материала» – модули, учебные элементы, имеющие определенное целевое назначение.

3. Изучение учебного материала небольшими порциями (учебными элементами), содержащими задания, активизирующие деятельность студента на каждом этапе процесса усвоения, способствует более осознанному применению знаний к реализации различных способов математической деятельности.

4. Итоги экспериментальной проверки функционирования «Электронного курса дисциплины» в совокупности с другими средствами дидактического обеспечения при изучении разделов математического анализа «Определенный интеграл и его приложения» и «Ряды» в педагогическом вузе, подведенные с использованием статистического критерия φ* – угловое преобразование Фишера, показали существенную положительную динамику качества усвоения знаний и способов математической деятельности.

Список литературы

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки): Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2018 г. № 125. [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71797864/ (дата обращения: 17.03.2021).

2. Концепция непрерывного образования // Бюллетень Государственного комитета СССР по народному образованию. Серия: Высшее и среднее специальное образование 1989. № 8. С. 9–20.

3. Полат Е.С. и др. Теория и практика дистанционного обучения: учебное пособие для вузов / Под ред. Е.С. Полат. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 434 с.

4. Лаврентьев Г.В., Кравченко Г.В. Разработка и реализация электронного учебно-методического комплекса в высшем математическом образовании: гуманитарный аспект. Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2009. 192 с.

5. Saribeyli F.R. Theoretical and practical aspects of student self-assessment. The Education and science journal. 2018. Vol. 20 (6). P. 183–194. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-6-183-194.

6. Одинцова Л.А., Бронникова Л.М. Дидактическое обеспечение управления очно-дистанционным образовательным процессом по математике первокурсников педвуза // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. [Электронный ресурс]. URL. http://science-education.ru/ru/article/view?id=30009 (дата обращения: 12.03.2021). DOI: 10.17513/spno.30009.

7. Зимняя И.А. Педагогическая психология: учебник для вузов. М.: МПСУ, 2011. 256 с.

8. Хуторской А.В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12. С. 85–91.

9. Чошанов М.А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения. М.: Народное образование, 2012. 158 с.

10. Медведев И.Ф. Концепция самообразования: основные понятия и структура // Образование и наука. 2012. № 2. С. 32–42. DOI: 10.17853/1994-5639-2012-2-32-42.

11. Саранцев Г.И. Гармонизация профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» // Интеграция образования. 2016. Т. 20. № 2. С. 211–219. DOI: 10.15.50711991-9468.083.020.201602.211-219.

УДК 378.172:799

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ ГОТОВНОСТИ БАКАЛАВРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Печерина О.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: tofk@kemsu.ru

На сегодняшний день ведущим направлением реализации государственной образовательной политики является формирование готовности педагогических кадров, способных к профессиональной деятельности. В связи с этим исследование посвящено изучению реализации дифференцированного и индивидуального подходов к формированию готовности бакалавров физической культуры и спорта к профессиональной деятельности в процессе обучения в вузе. В процессе исследования проанализированы группы бакалавров по направлению подготовки 49.03.01 «Физическая культура» при реализации дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения в вузе, выявлена необходимость применения дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения бакалавров. При реализации индивидуального подхода преподаватели вуза для каждой группы, в зависимости от профессиональной направленности, рекомендовали специальную литературу, методические пособия, оказывали консультативную помощь, планировали индивидуальные траектории обучения. Результаты исследования показали, что большинство бакалавров считают необходимым применение дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения, дифференцированный и индивидуальный подходы оказывают влияние на качество подготовки бакалавров к профессиональной деятельности, повышают познавательный интерес и мотивацию бакалавров. Предложенная дифференциация позволила бакалаврам определиться с выбором будущей профессии.

Ключевые слова: готовность к профессиональной деятельности, дифференцированный и индивидуальный подходы, бакалавр, применение, реализация, физическая культура

IMPLEMENTATION OF INDIVIDUAL AND DIFFERENTIATED APPROACHES TO THE FORMATION OF BACHELORS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES READINESS

Pecherina O.V.

Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: tofk@kemsu.ru

To date, the leading direction of the implementation of the state educational policy is the formation of the readiness of pedagogical personnel capable of professional activity. In this regard, the study is devoted to the study of the implementation of differentiated and individual approaches. In the course of the study, groups of bachelors in the direction of training 49.03.01 «Physical culture» were analyzed in the implementation of differentiated and individual approaches in the process of studying at the University, it was revealed that it is necessary to use differentiated and individual approaches in the process of teaching bachelors. We conducted conversations with students of General education organizations on the topics: «How to achieve high results in sports», «about a healthy lifestyle» and got an idea about future professional activities. When implementing an individual approach, University teachers for each group, depending on their professional orientation, recommended special literature, methodological manuals, and provided advice. The results of the study showed that the majority of bachelors believe that it is necessary to apply differentiated and individual approaches in the learning process, differentiated and individual approaches have an impact on the quality of training of bachelors for professional activities, increases the cognitive interest and motivation of bachelors. The proposed differentiation allowed bachelors to choose their future profession.

Keywords: readiness for professional activity, differentiated and individual approaches, bachelor's degree, application, implementation, physical culture

На современном этапе высшего образования необходим поиск новых подходов к процессу обучения для формирования готовности бакалавров к профессиональной деятельности. Процесс формирования готовности бакалавров физической культуры к профессиональной деятельности рассматривается через дифференцированный и индивидуальный подходы, которые являются важным и ответственным направлением работы вуза. Проблема готовности личности к профессиональной деятельности определяется современными учёными как качество личности [1], как состояние личности перед началом деятельности или по её окончании [2].

Целью исследования является реализация дифференцированного и индивидуального подходов к формированию готовности бакалавров физической культуры и спорта к профессиональной деятельности в процессе обучения в вузе. Задачи исследования: проанализировать группы бакалавров по направлению подготовки 49.03.01 «Физическая культура» при реализации дифференцированного и индивидуального подходов

в процессе обучения в вузе; на основании опроса бакалавров выявить необходимость применения дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы теоретические методы исследования: анализ и синтез психолого-педагогической литературы по готовности личности к профессиональной деятельности, готовности бакалавров к профессиональной деятельности; программно-методические материалы; периодические издания, посвященные вопросам подготовки бакалавров к профессиональной деятельности; материалы научно-практических конференций, семинаров; обобщение педагогического опыта ведущих педагогов и специалистов физической культуры. В процессе исследования применялись практические методы: педагогическое наблюдение, анализ и обобщение опыта преподавателей, индивидуальные и групповые беседы с бакалаврами, преподавателями, педагогический эксперимент, интервьюирование. Проводилась экспериментальная работа по формированию готовности бакалавров физической культуры и спорта к профессиональной деятельности. Осуществлялась реализация программ практики по направлению подготовки 49.03.01 «Физическая культура» в образовательном процессе, исследовались результаты исследования. В процессе исследования приняли участие бакалавры, обучающиеся на факультете физической культуры и спорта (ФКиС) Кемеровского государственного университета (КемГУ) третьего и четвертого курсов направления подготовки 49.03.01 «Физическая культура». В ходе социологического исследования было опрошено 100 студентов. Исследование проходило с апреля 2017 г. по май 2020 г.

Результаты исследования и их обсуждение

На третьем курсе, после прохождения первого этапа педагогической практики, дифференцировали группы бакалавров по их профессиональным намерениям, которые определяли их выбор места будущего трудоустройства в общеобразовательных организациях или физкультурно-спортивных учреждениях. В связи с этим бакалавры были разделены на три группы.

Первая группа состояла из бакалавров, которые занимались спортом, но не достигли высоких спортивных результатов, они готовы были начать свою профессиональную деятельность в качестве учителя физической культуры. Современному обществу требуется образованный, нравственный педагог физической культуры и спорта в системе образования, который готов: самостоятельно принимать решения, анализировать свою педагогическую деятельность и прогнозировать результаты физкультурно-спортивной деятельности занимающихся общеобразовательной организации [3, 4]. Опираясь на эти требования, мы и сформировали первую группу. Данная группа бакалавров в качестве волонтёров в общеобразовательных организациях проводила и организовывала внеклассную и спортивно-массовую работу с учащимися: спортивные вечера; спортивные соревнования («Весёлые старты», «Осенний кросс», соревнования по волейболу, футболу, пионерболу); «Недели Здоровья». Помимо вышеперечисленных мероприятий бакалавры со старшими школьниками проводили групповые беседы: по актуальным вопросам в области физической культуры и спорта; по организации закаливания организма, питания, режима дня; по формированию правильной осанки; о выдающихся спортсменах; о необходимости заниматься физической культурой и спортом. Мы исходили из того, что успешность такой образовательной деятельности требует определённых личностных качеств, а также умений и способностей.

Вторая группа состояла из бакалавров, которые предпочитали в будущем работать в физкультурно-спортивных учреждениях и достигли высоких результатов в избранном виде спорта, но по завершению обучения вуза приостановили активные занятия спортом. Их привлекала только тренерская деятельность. Бакалавры под контролем тренера принимали участие в учебно-тренировочных занятиях, изучали документы планирования, объясняли технику выполнения двигательных действий спортсменам, определяли пригодность обучающихся к видам физкультурно-спортивной деятельности, проводили тестирование физических качеств (контрольно-переводных нормативов), при проведении занятий учитывали анатомо-физиологические особенности юных спортсменов, проводили воспитательную работу с обучающимися физкультурно-спортивных организаций. Совместно с бакалаврами этой группы мы уделяли значительное внимание вопросам формирования здорового образа жизни обучающихся. Бакалавры в процессе волонтёрской деятельности проводили занятия по скандинавской ходьбе, лыжному спорту для жителей микроучастков. Бакалавры проводили беседы с обучающимися физкультурно-спортивных учреждений на тему «Здоровый

образ жизни» и демонстрировали мультимедийные презентации.

Третья группа состояла из бакалавров, которые продолжали профессионально заниматься спортом, входили в сборные команды страны, региона, вуза, выступали на соревнованиях международного, регионального, областного уровней и продолжали работать в физкультурно-спортивных учреждениях и в центрах спортивной подготовки. В то же время бакалаврам создавали условия для достижения высоких спортивных результатов. В связи с необходимостью участия в учебно-тренировочных сборах бакалавры, используя видеосъёмку, демонстрировали проведение тренировочных занятий, в режиме вебинара проводили видеоконференции. В процессе обучения в вузе они продолжали выезжать на учебно-тренировочные сборы и соревнования. Примерами могут служить центр подготовки по спортивной гимнастике г. Ленинска-Кузнецкого, лёгкоатлеты, волейболисты г. Кемерова, тяжелоатлеты из г. Прокопьевска, Осинников, Междуреченска и др. Необходимо отметить, что бакалавры проходили сами и проводили профессиональные пробы с учащимися общеобразовательных организаций, в летнее время на площадках г. Кемерова проводили мастер-классы по различным видам спорта.

На основании дифференцированного подхода и выделенных групп нами осуществлялась реализация индивидуального подхода к бакалаврам. Индивидуальный подход Н.М. Стукаленко рассматривает как важнейший психолого-педагогический принцип, который направлен на развитие потенциальных возможностей, стремление самостоятельно формировать цели и достигать их [5, с. 533].

При индивидуальном подходе с бакалаврами первой группы разработали индивидуальный маршрут, в котором планировали программы мероприятий. Студенты принимали участие в спортивной работе общеобразовательных организаций г. Кемерова, проводили беседы с учителями физической культуры, интересовались успехами обучающихся при проведении спортивных мероприятий. Нами осуществлялся контроль деятельности бакалавров. Преподаватели вуза консультировали, рекомендовали литературу бакалаврам при проведении тренировочных занятий во внеурочной деятельности (по баскетболу, волейболу); физкультурно-массовой работе (проведение праздников «Веселые старты», «Папа, мама, я – спортивная семья») и соревнований в общеобразовательных организациях. На основе изучения индивидуальных особенностей мировоззрения, ценностей, жизненных планов определялись направления учебно-исследовательской деятельности, достигалась гармонизация общих целей обучения с индивидуальными целями каждого студента. Реализовывалась прозрачная система контроля, оценки и мотивирования индивидуального выполнения заданий, участия в разных видах учебной работы, а также стимулирования самоконтроля, взаимоконтроля, самооценки и взаимной оценки студентов их учебных достижений, поощрения самоконтроля и самооценки личностного саморазвития.

При реализации индивидуального подхода со второй группой, мы также проводили работу, которая была направлена на контроль учебно-тренировочных занятий. Студенты приглашали преподавателей на учебно-тренировочные занятия и соревнования, где их воспитанники показывали достаточно высокие результаты. Преподаватели предлагали бакалаврам использовать разнообразные формы работы, применять инновационные технологии, обеспечивая активность студентов исходя из их интересов, мотивации, потребности в творческом подходе при выполнении учебных заданий, опираясь на соперничество, стремление проявить себя в группе, желание достигнуть личной цели и проявить личностные качества, предоставляли студентам возможность выбора обязательных и необязательных индивидуальных заданий, способов индивидуальной учебной деятельности. Поощрялось любое проявление творчества студента, нестандартное решение заданий, что способствовало проявлению индивидуальности, самостоятельности, инициативности.

С третьей группой также был разработан индивидуальный маршрут. В силу того, что данная группа бакалавров выезжала на учебно-тренировочные сборы, необходимо было изучать материал по дисциплинам самостоятельно, практиковалась разработка индивидуальной траектории обучения по конкретному учебному предмету с максимальной опорой на собственную активность личности студента. Со стороны преподавателя вуза бакалаврам предоставлялся лекционный материал для самостоятельного изучения дисциплины. Бакалавры самостоятельно составляли конспекты занятий, рефераты, конспектировали статьи в научных журналах, то есть была организована обратная связь между преподавателем и бакалавром, работа с такими студентами проходила в большей степени дистанционно. Со стороны преподавателей бакалавры получали консультативную помощь. Такая

совместная работа, даёт свои результаты при подготовке бакалавров физической культуры и спорта к профессиональной деятельности.

С целью выявления необходимости применения дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения в вузе было проведено анкетирование бакалавров. Опрос проводился с помощью разработанной анкеты. Анкетирование прошли 100 бакалавров четвертого курса. С помощью анкетных данных выявилась необходимость применения дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения в вузе.

В результате полученных данных можно констатировать, что 85% бакалавров считают, что необходимо применять дифференцированный и индивидуальный подходы к бакалаврам, 12% бакалавров считают, что скорее необходимо, и 3% бакалавров затрудняются с ответом.

Отвечая на вопрос «Как Вы считаете, применение дифференцированного и индивидуального подходов повлияли на качество подготовки в процессе обучения?», 95% бакалавров отметили, что действительно положительно повлияли на качество подготовки, и 5% затруднились с ответом.

На вопрос «Как Вы считаете, дифференцированный подход повышает познавательный интерес и мотивацию бакалавров к профессиональной деятельности?» 90% бакалавров ответили, что использование дифференцированного подхода, безусловно, повышает интерес и мотивацию к профессиональной деятельности, 5% считают, что, возможно, повышает, и 5% затруднились с ответом.

При ответе на вопрос «Как часто осуществлялся контроль со стороны преподавателей вуза?» 90% бакалавров высказались, что систематически и регулярно, и 10% бакалавров посчитали, что нерегулярно. Возможно, это связано с тем, что многие преподаватели в вечернее время проводят занятия с магистрантами и не располагают достаточным временем для осуществления регулярного контроля.

«Как Вы считаете, при индивидуальном подходе преподаватель вуза оказывал ли Вам консультативную помощь при проведении различных запланированных мероприятий?» – на данный вопрос все 100% бакалавров ответили, что действительно преподаватели вуза оказывают консультативную помощь и осуществляют индивидуальный подход с группами бакалавров.

«По Вашему мнению, запланированные мероприятия преподавателями вуза при дифференцированном подходе были разнообразные и интересные?», при ответе 100% бакалавров действительно согласны с тем, что запланированные мероприятия были разнообразными и интересными.

Один из вопросов анкеты был посвящен выявлению посещаемости различных мероприятий, запланированных в учреждениях. Было выявлено, что 95% бакалавров первой группы регулярно посещают запланированные мероприятия с учащимися и 5% посещают, но нерегулярно. Во второй группе было выявлено, что все 100% бакалавров посещают запланированные тренировочные занятия и мероприятия. И в третьей группе бакалавров все 100% посещают запланированные мероприятия.

При ответе на вопрос «На Ваш взгляд, предложенная дифференциация позволила Вам определиться с выбором будущей профессией?» 100% бакалавров посчитали, что необходимо дифференцировать группы бакалавров на четвертом курсе, с учетом специфики работы в учреждениях различного типа.

Нас интересовал и такой вопрос, обращённый к бакалаврам: «Внедрение дифференцированного и индивидуального подходов создаёт возможность для развития целенаправленной личности, формирует ли у Вас педагогическое мышление?», 95% бакалавров считают, что внедрение дифференцированного и индивидуального подходов создаёт возможность развития целенаправленной личности и формирует педагогическое мышление.

Заключение

Реализация дифференцированного подхода позволила сформировать три группы бакалавров в зависимости от их спортивного направления и профессиональных интересов. В качестве волонтёров бакалавры организовывали и проводили тренировочные занятия, спортивные соревнования по баскетболу, волейболу, футболу, «Весёлые старты», «Папа, мама я – спортивная семья». Проводили беседы с учащимися общеобразовательных организаций на темы: «Как достичь высоких результатов в спорте», «О здоровом образе жизни» и получали представление о будущей профессиональной деятельности. Разработаны и апробированы программы педагогических практик бакалавров физической культуры и спорта, которые реализовывались вне аудиторной деятельности и позволили установить необходимые требования к формированию готовности бакалавров физической культуры и спорта к профессиональной деятельности.

При реализации индивидуального подхода преподаватели вуза для каждой груп-

пы, в зависимости от профессиональной направленности, рекомендовали специальную литературу, методические пособия, оказывали консультативную помощь. Реализация индивидуального подхода позволяет формировать личность, вырабатывает установки к предстоящей профессии, а также формирует активность, самостоятельность, инициативность, которые формируют способность и готовность бакалавра вуза к дальнейшей профессиональной деятельности. При индивидуальном подходе бакалавров, преподавателю вуза необходимо учитывать спортивную направленность бакалавров, уровень усвоения материала, отношение и качество подготовки бакалавров к организации и проведению запланированных мероприятий.

Формирование готовности бакалавров физической культуры и спорта основано на: совместной деятельности в учебно-воспитательном процессе преподавателя и бакалавра; проявлении способностей бакалавра к приобретению знаний, умений, навыков; применении современных форм и методов работы в учебном процессе; обеспечении контроля учебной деятельности бакалавров; формировании личностных и профессиональных качеств бакалавра в профессиональной деятельности; формировании интереса к профессиональной деятельности. Результаты исследования показали, что большинство бакалавров считают необходимым применение дифференцированного и индивидуального подходов в процессе обучения, дифференцированный и индивидуальный подходы оказывают влияние на качество подготовки бакалавров к профессиональной деятельности, повышают познавательный интерес и мотивацию бакалавров. Предложенная дифференциация позволила бакалаврам определиться с выбором будущей профессии.

Список литературы

1. Казакова Л.В. О готовности выпускников к профессиональной деятельности // Академический журнал Западной Сибири. 2016. № 2. С. 48–49.

2. Деркач А.А., Кузнецов Н.В. Акмеология: пути достижения вершин профессионализма. М.: РАУ, 1993. 168 с.

3. Ахмедов А.Р. Проблемы при подготовке физкультурно-педагогических кадров и задачи по их разрешению // Молодой учёный. 2017. № 4.2 (138). С. 10–11.

4. Стенякова Н.Е. Готовность будущих педагогов к профессиональной деятельности как психолого-педагогическая проблема // Народное образование. Педагогика. Вестник Пензенского гос. университета. 2013. № 4. С. 15–17.

5. Стукаленко Н.М., Груздева К.В. Об индивидуальном подходе в работе психолога // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 12–4. С. 533–534.

УДК 372.874

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЦВЕТО-ТОНОВЫМ ОТНОШЕНИЯМ НА УРОКАХ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В 5–6 КЛАССАХ

Полынская И.Н., Швец П.М.

ФГБОУ ВО Нижневартовский государственный университет, Нижневартовск, e-mail: julka-nv@mail.ru, polinashvets98@mail.ru

В статье рассматривается методика обучения цвето-тоновым отношениям в процессе изображения натюрморта с натуры на уроках изобразительного искусства в 5–6-х классах. Цель статьи состоит в разработке комплекса методических рекомендаций, направленных на эффективное обучение учащихся 5–6-х классов целостному восприятию и воспроизведению тоновых и цветовых отношений в живописи натюрморта. Задача: разработать комплекс методических рекомендаций, способствующих эффективному восприятию и воспроизведению цвето-тоновых отношений, поиску оптимальных условий формирования цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры у школьников 5–6-х классов. Гипотезой исследования явилось предположение, что для успешного формирования цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры у школьников 5–6-х классов необходимо сопроводить учебный процесс целостным комплексом методических рекомендаций, включающих цели и задачи изобразительной деятельности; методы и характер взаимодействия педагога с учащимися; дидактические концепции обучения; методические рекомендации к заданиям и упражнениям; обеспечить необходимыми наглядными пособиями, ТСО и т.д. Методы исследования определились характером решаемых задач и экспериментальной проверкой гипотезы: применялись репродуктивный метод, метод проблемного изложения, словесно-наглядный метод, целенаправленное наблюдение за процессом работы школьников над живописью натюрморта.

Ключевые слова: цвето-тоновые отношения, живопись, натюрморт, школьники, процесс обучения, изобразительное искусство, гуашь, акварель

METHODS OF TEACHING COLOR-TONE RELATIONS IN FINE ARTS IN CLASSES 5–6

Polynskaya I.N., Shvets P.M.

Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, e-mail: julka-nv@mail.ru, polinashvets98@mail.ru

The article discusses the methodology of teaching color-tone relations in the process of depicting a still life from nature in the fine arts lessons of grades 5–6. The purpose of the article is to develop a set of methodological recommendations aimed at effectively teaching students in grades 5–6 of holistic perception and reproduction of tone and color relationships in still life painting. Tasks: to develop a set of methodological recommendations that contribute to the effective perception and reproduction of color-tone relationships, the search for optimal conditions for the formation of color-tone relationships in still life painting from nature among schoolchildren of grades 5–6. The hypothesis of the study was the assumption that for the successful formation of color-tone relations in still life painting from nature among schoolchildren of grades 5–6, it is necessary to provide the educational process with an integral set of methodological recommendations, including the goals and objectives of visual activity; methods and nature of interaction between a teacher and students; didactic learning concepts; methodical recommendations for tasks and exercises; providing with the necessary visual aids, TCO, etc. The research methods were determined by the nature of the tasks to be solved and the experimental verification of the hypothesis: reproductive, problem presentation method, verbal and visual, purposeful observation of the process of schoolchildren's work on still life painting.

Keywords: color-tone relations, painting, still life, schoolchildren, learning process, fine arts, gouache, watercolor

На современном этапе развития школьного образования особое значение приобретает художественное образование учащихся. Быстрое развитие информационных и компьютерных технологий, их глобальный характер приводят к тому, что школьники отходят от культурных, национальных и художественных ценностей. В подобных условиях изобразительное искусство становится средством обогащения духовно-нравственного мира учеников.

Усовершенствование системы образования, повышение эффективности художественного и эстетического воспитания и обучения школьников проходят с использованием активных методов и организационных форм учебной работы, которые обеспечивают развитие многих положительных качеств и способностей учащихся с помощью изобразительного искусства. «Современные технологии обучения, описанные в учебных программах по изобразительному искусству, оказывают сильное влияние на всестороннее развитие» [1, с. 78].

В методику преподавания изобразительного искусства большой вклад внесли российские художники-педагоги А.А. Унковский, Н.Н. Ростовцев, С.Е. Игнатьев, В.С. Кузин, Е.В. Шорохов, Н.П. Крымов, Н.Н. Волков, Г.В. Беда и др. Данной проблеме посвящено немало трудов, однако ряд вопросов не подверглись пока достаточно глубокому и всестороннему изучению.

Изобразительное искусство как учебный предмет в общеобразовательной школе не является одним из основных предметов, вместе с тем представляется очень важным, поскольку включает в себя знания об окружающем мире. «К сожалению, иногда в общеобразовательных учебных заведениях пренебрегают уроками изобразительного искусства в угоду других, более «нужных» дисциплин, по которым проводится единый государственный экзамен» [2, с. 420]. На уроках изобразительного искусства школьники осваивают основы живописи, что имеет большое значение в их эстетическом воспитании и художественном образовании. Формирование у учащихся умений видеть в окружающем мире разнообразие форм и цвета, восприятия и воспроизведения прекрасного во всех его проявлениях, содействие развитию художественных способностей, эстетического вкуса – главная задача. «Эти составляющие развития личности очень важны для художественно-творческого становления учащихся» [3, с. 215].

Как показывает многолетняя практика преподавания живописи на уроках изобразительного искусства, одной из основных проблем, с которой сталкиваются учащиеся, является восприятие светотональных и цветовых отношений при наблюдении и изображении натуры. Восприятие цвета и тона в повседневной жизни значительно отличается от профессионального воспроизведения в живописных работах художников. Из-за недостатка учебно-методических материалов восприятия цвета и тона у школьников страдает качество обучения основам живописи на занятиях изобразительным искусством в общеобразовательной школе.

Над проблемой цвето-тоновых отношений трудились многие художники, в ходе их работы давно было замечено, что в природе несравненно больше яркости и чистоты цвета, и порой краскам на палитре не хватает сил и насыщенности передать эти отношения. Известные живописцы всегда последовательно проводили мысль о том, что, только работая отношениями, можно овладеть живописным мастерством. Художник и педагог Н.П. Крымов писал: «Цвет появляется в сочетаниях, живописных отношениях... Если живописные отношения неверны, то самые чистые краски могут смотреться мазней» [4, с. 5]. Сущность живописи заключается в целостности восприятия натуры, которая определяется цвето-тоновыми отношениями.

Значительный вклад в исследование природы цвета внесли Р. Адаме, Р. Арнхейм, Г.Л. Гельмгольц, И.В. Гете, И. Иттен, И. Ньютон, В. Оствальд, Я.Э. Пуркине, Б.М. Теплов и др. Этой теме посвящен ряд диссертационных исследований, проблемой цвето-тоновых отношений занимались многие художники: В.А. Басманов, Ю.П. Шашков, Н.М. Старикова и др.

Несмотря на обширный круг специалистов, педагогов-практиков, занимающихся данной проблемой, ее теоретическое обоснование не раскрыто в полной мере, методическое обеспечение практически отсутствует. В основном все разработки были направлены на профессиональное обучение художников, студентов высших учебных заведений, колледжей. Однако редко встречаются практические разработки, которые бы содействовали включению цвето-тоновых отношений живописи натюрморта в практику преподавания изобразительного искусства в общеобразовательной школе.

Формирование целостного восприятия и воспроизведения тоновых и цветовых отношений в живописи натюрморта закладывается на начальном этапе обучения живописи натюрморта и проходит через весь процесс обучения изобразительному искусству. «В работах учащихся достаточно отчетливо должен проявляться приобретенный за время обучения художественных вкус, выражающийся в размещении рисунка на листе, в характере линии, в подборе и кладке цвета» [5, с. 343]. У школьников 5–6-х классов уже имеется постоянное восприятие цвета, которое значительно отличается от профессионального воспроизведения, обусловленного живописными задачами.

В современной методике обучения изобразительному искусству уделяется достаточное внимание обучению живописи, но в процессе преподавания возникают проблемы, связанные с недостаточностью у школьников теоретических знаний и практических умений основ цветовосприятия. В связи с этим методика обучения должна строиться на классических способах работы красочными материалами, поэтапном разборе каждого метода и приема работы с использованием произведений мастеров живописи как наглядного примера. «В процессе преподавания изобразительного искусства необходимо на деле решать задачи художественного развития. Не просто изучать основы предмета, а постигать его эмоциональную, эстетико-художественную сторону» [6, с. 33].

Цель данной работы заключается в разработке экспериментальной методики обучения цвето-тоновым отношениям в живописи натюрморта в 5–6-х классах, которая

включает в себя теоретическое и методическое обоснование. В работе проводится обзор различных методов и приемов обучения цвето-тоновым отношениям живописи натюрморта, направленных на повышение эффективности обучения цвето-тоновым отношениям школьников 5–6-х классов в процессе изучения натюрморта на уроках изобразительного искусства.

Задачи:

– изучить и проанализировать учебную литературу и методические пособия, работы художников;

– разработать основные критерии оценки восприятия и воспроизведения цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта у школьников 5–6-х классов;

– разработать методические рекомендации, способствующие эффективности восприятия и воспроизведения цвето-тоновых отношений при изображении натюрморта с натуры;

– найти оптимальные условия, способствующие совершенствованию навыков воспроизведения цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта.

Материалы и методы исследования

Методы исследования:

1) анализ учебной литературы по педагогике, искусствознанию, психологии, методике и теории преподавании живописи натюрморта, анализ программ по изобразительному искусству;

2) анализ произведений живописи натюрморта;

3) анализ учебных работ школьников по живописи натюрморта в процессе экспериментального исследования.

Для определения уровня практических умений передачи цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта у школьников 5–6-х классов были разработаны основные критерии оценки. Данные критерии позволяют определить умения учащихся передавать цвето-тоновые отношения в живописи натюрморта, дают возможность объективно провести анализ поставленной проблемы и сделать выводы по всем этапам педагогического исследования (поисково-констатирующий и формирующий этапы эксперимента) (табл. 1).

Таблица 1

Основные критерии оценки восприятия и воспроизведения цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта у школьников 5–6-х классов

Позиции	Низкий уровень («3»)	Средний уровень («4»)	Высокий уровень («5»)
Композиционное решение натюрморта	– присутствуют существенные ошибки, допущенные при компоновке; – рисунок сдвинут в один из краев листа (вниз, влево, вправо); – изображение мелкое	– небольшие неточности в компоновке и подготовительном рисунке	– выполнена грамотная компоновка в листе; – присутствует композиционный центр
Конструктивное строение натюрморта и характер формы предметов	– конструктивное построение «вялое»; – в работе допущены ошибки при конструктивном построении предметов; – частично отсутствуют линии построения; – форма предмета не передана или передана с ошибками	– имеются неточности в выполнении конструктивного рисунка предметов; – линии рисунка неуверенные, неточные либо частично отсутствуют; – присутствуют незначительные неточности характера формы	– конструктивное строение предметов выполнено верно; – точный и аккуратно выполненный рисунок; – простроены все конструктивные видимые и невидимые линии; – форма предметов передана точно
Тоновые отношения предметов натюрморта	– нет тонального разбора; – неправильное ведение работы в тоне (работа в тоне «недотянута» либо перетемнена («замучена»))	– присутствуют незначительные неточности в тоновом соотношении предметов	– соблюдено тоновое соотношение; – тоновые отношения среди предметов найдены верно
Цветовые отношения предметов натюрморта	– цвет предметов не угадан; – отсутствует цветовое взаимодействие предметов и фона	– незначительные недочеты в цветовом решении	– цветовая организация целостна и гармонична

Окончание табл. 1

Позиции	Низкий уровень («3»)	Средний уровень («4»)	Высокий уровень («5»)
Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта	– грубые ошибки в цветотональных отношениях; – серьезные ошибки в колористическом и тоновом решении; – цвет и тон не взаимодействуют; – «перечерненность» тонов в тени и слишком высветленные рефлексы	– незначительные недочеты в тональном и цветовом решении; – работа немного «недотянута» в тоне либо «перетянута»	– свободное владение тоном, передачей цвета; – переданы тональные и цветовые отношения с учетом световоздушной среды; – соблюдена последовательность ведения работы
Технические приемы при рисовании акварельными красками	– неумелое использование технических приемов работы; – работа «замучена», слишком много плотных, непрозрачных слоев; – бумага местами затерта; – использовалось мало воды, акварель сухая; – использование открытых цветов	– грамотное использование приемов работы акварельными красками, но есть незначительные ошибки в исполнении; – некоторая небрежность	– грамотное использование выразительных особенностей применяемых материалов и техник; – прозрачность красок и чистота цвета; – размывка и потеки; – передана цельность постановки;
Технические приемы при рисовании гуашевыми красками	– слишком много воды; – красочный слой тонкий, просвечивающий; – слишком толстый слой краски, работа осыпается; – работа «разбелена»	– в некоторых местах мазки просвечивают из-под верхнего слоя; – присутствуют незначительные ошибки в применении	– выразительные мазки, по форме предметов; – умеренная густота материала и толщина красочного слоя
Передача объема предметов натюрморта	– объем предметов передан неубедительно, предметы плоские; – неточность тоновых отношений	– есть неточности в передаче объема	– объем предметов натюрморта передан достаточно выразительно
Завершенность работы	– работа в большей степени не завершена	– в работе остались незаконченные участки	– работа полностью завершена

Результаты исследования и их обсуждение

Констатирующий этап эксперимента проводился на базе МБОУ Средняя общеобразовательная школа № 31 города Нижневартовска. Данный этап эксперимента преследовал цель – определить уровень умений школьников передавать цвето-тоновые отношения в живописи натюрморта с натуры на уроках изобразительного искусства в 5–6-х классах.

На данном этапе эксперимента школьникам предлагалось изобразить с натуры красками несложный натюрморт с бытовыми предметами. Анализ работ учащихся 5–6-х классов показал, что уровень умений передачи цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта сформирован недостаточно. Данные показатели представлены в табл. 2 «Анализ живописных этюдов школьников констатирующего этапа эксперимента».

Из показателей табл. 2 видно, что в 5-й позиции «Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта» в 5-м классе низкий уровень составил 42 %, средний – 45 %, высокий – 13 %. В 6-м классе показатели практически остались неизменными: низкий уровень этой же позиции составил 40 %, средний – 46 %, высокий – 14 %. Низкие показатели можно наблюдать и в позициях 3 «Тоновые отношения предметов натюрморта» и 4 «Цветовые отношения предметов натюрморта».

Анализ работ школьников 5–6-х классов позволил выявить у них существенные проблемы целостного восприятия и воспроизведения тоновых и цветовых отношений в живописи натюрморта с натуры.

Для решения данной проблемы была разработана методика обучения передаче цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры, включающая приемы, способы, средства обучения, которая применялась на формирующем этапе эксперимента.

Таблица 2

Анализ живописных этюдов школьников констатирующего этапа эксперимента

Позиции	5-й класс (23 ученика)			6-й класс (25 учеников)		
	уровни					
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
1. Композиционное решение натюрморта	15%	49%	36%	12%	52%	36%
2. Конструктивное строение натюрморта и характер формы предметов	20%	41%	39%	18%	42%	40%
3. Тоновые отношения предметов натюрморта	39%	42%	19%	38%	41%	21%
4. Цветовые отношения предметов натюрморта	41%	43%	16%	40%	47%	13%
5. Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта	42%	45%	13%	40%	46%	14%
6. Технические приемы при рисовании акварельными красками	38%	43%	19%	35%	44%	21%
7. Технические приемы при рисовании гуашевыми красками	34%	39%	27%	30%	43%	27%
8. Передача объема предметов натюрморта	29%	48%	23%	25%	51%	24%
9. Завершенность работы	21%	52%	27%	18%	52%	30%

Таблица 3

Методический комплекс специальных заданий и упражнений по живописи натюрморта формирующего этапа педагогического эксперимента

№ п/п	Тема	Содержание занятий	Кол-во часов
5-й класс			
1	«Дрожит осенний лист»	Изобразить натюрморт с осенним букетом. Рисование с натуры акварельными красками в теплых, сближенных тонах: – научить находить живописные оттенки, свойственные колориту осенних листьев; – развить у учащихся восприятие цветовой гармонии	1 час
2	«Крестьянский стол»	Изобразить натюрморт из бытовых предметов акварельными красками в технике гризайль: – обучить выполнению тональной проработки формы в соответствии с законами светотени	1 час
3	«Когда прилетают снегири»	Изобразить натюрморт с чучелом птицы (снегиря). Рисование с натуры гуашевыми красками: – научить анализировать цветовые явления (изменение цвета в тени и на свету, изменение в пространстве)	1 час
4	«Яблочный аромат»	Изобразить натюрморт с яблоками. Рисование с натуры акварельными красками: – обучить передаче цвето-тоновых отношений элементов натюрморта с фоном	1 час
6-й класс			
1	«Прозрачный натюрморт»	Изобразить натюрморт из группы предметов (стеклянные сосуды разных форм и цветов) и драпировок в холодной цветовой гамме. Рисование с натуры бытовых предметов акварельными красками: – развивать способность видеть градации светотеневого тона в живописи	1 час
2	«Вороний день»	Сделать наброски кистью чучела птицы вороны в разных положениях. Рисование с натуры гуашью: – научить видеть цвет и тон в зависимости от освещения	1 час
3	«Рождественская звезда»	Изобразить рождественский натюрморт гуашевыми красками: – формировать умение создавать объем предметов с помощью живописных средств; – углубить способности восприятия цвета и цветовой гармонии	1 час
4	«Мы рисуем инструменты»	Изобразить с натуры натюрморт гуашевыми красками из группы предметов (столярных, слесарных, строительных инструментов): – продолжить развивать анализ формы, пропорций, конструкций; – научить передаче цвето-тоновых отношений в натюрморте	1 час

Таблица 4

Анализ живописных этюдов школьников формирующего этапа эксперимента

Позиции	5-й класс (23 ученика)			6-й класс (25 учеников)		
	уровни					
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
1. Композиционное решение натюрморта	13%	51%	36%	10%	52%	38%
2. Конструктивное строение натюрморта и характер формы предметов	17%	42%	41%	15%	40%	45%
3. Тоновые отношения предметов натюрморта	33%	44%	23%	31%	42%	27%
4. Цветовые отношения предметов натюрморта	38%	41%	21%	34%	46%	20%
5. Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта	35%	44%	21%	31%	46%	23%
6. Технические приемы при рисовании акварельными красками	32%	45%	23%	29%	47%	24%
7. Технические приемы при рисовании гуашевыми красками	29%	41%	30%	26%	41%	33%
8. Передача объема предметов натюрморта	26%	47%	27%	21%	50%	29%
9. Завершенность работы	18%	49%	33%	14%	49%	37%

Ниже представлен методический комплекс специальных заданий и упражнений формирующего этапа педагогического эксперимента (табл. 3).

Предлагаемый методический комплекс, помимо заданий и упражнений, включает цели и задачи изобразительной деятельности; методы и характер взаимодействия педагога с учащимися; дидактические концепции обучения; методические рекомендации к занятиям; обеспечение необходимыми наглядными пособиями, ТСО и т.д. Для того чтобы повысить эффективность целостного восприятия и воспроизведения тоновых и цветовых отношений, умений передачи цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры, использовались следующие методы: репродуктивный, метод проблемного изложения, словесно-наглядный, где акцент делался на практический показ и подробное словесное объяснение педагогом приемов и способов ведения работы над живописным изображением. «Наиболее часто фронтальный наглядный показ осуществляется на ранних этапах обучения изобразительной грамоте» [7, с. 81].

Методический комплекс прошел апробацию на учащихся 5–6-х классов. Анализ результатов констатирующего и формирующего этапов эксперимента показал, что уровень практических умений в передаче цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры на каждом этапе формирующего эксперимента постепенно повышался.

Рассмотрим таблицу сравнительного анализа результатов формирующего этапа педагогического эксперимента (табл. 4).

Рассматривая показатели табл. 4, можно отметить стабильный рост всех позиций формирующего этапа эксперимента по сравнению с констатирующим этапом. Например, на констатирующем этапе эксперимента в 5-й позиции «Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта» в 5-м классе низкий уровень составил 42%, тогда как на формирующем он составил 35%, средний уровень составил 44%, а вот высокий уровень вырос на 8% и составил 21%, на констатирующем этапе эта позиция была всего 13%. В 6-м классе показатели по всем параметрам также показали положительную динамику. Снова рассмотрим 5-ю позицию «Цвето-тоновые отношения предметов натюрморта»: низкий уровень составил 31%, средний – 46%, высокий уровень вырос на 9% и составил 23%, на констатирующем этапе эта позиция составила 14%.

Итак, повышение роста показателей можно проследить по всем позициям от 5-го класса к 6-му классу.

Выводы

Анализ работ школьников 5–6-х классов на формирующем этапе исследования позволил сделать вывод о том, что представленный в статье комплекс методических рекомендаций способствует решению проблемы целостного восприятия и воспроизведения тоновых и цветовых отношений, развитию умений передачи цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры и оказывает положительное влияние на качество обучения. «Эта деятельность развивает художественные умения, углубляет и направляет эмоции, возбуждает фантазию, заставляет работать мысль, расширяет кругозор, формирует нравственные принципы, цветовое восприятие» [8, с. 155].

Можно сделать выводы: умения учащихся 5–6-х классов передавать цвето-тоновые отношения в живописи натюрморта с натуры значительно выросли. «Таким образом, обучающиеся приобретают практические умения и навыки в области художественного творчества» [9, с. 234].

Можно констатировать, что поставленные задачи педагогического эксперимента были решены, разработанный методический комплекс содействовал успешному и плодотворному усвоению учениками умений передачи цвето-тоновых отношений в живописи натюрморта с натуры.

Список литературы

1. Петрова Н.С., Депсамес Л.П., Артемьева Ю.Ю. Методика развития фантазии и воображения на занятиях по живописи // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68–4. С. 77–81.

2. Юшкова А.Д., Овсянникова О.А. Развитие творческого мышления у детей младшего школьного возраста на уроках изобразительного искусства // E-Scio. 2020. № 6 (45). С. 417–426.

3. Полынская И.Н. Формирование пластических представлений художественного образа на занятиях по прикладной композиции посредством бумагопластики в школе искусств // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 5. С. 215–219.

4. Бялик В.М. Николай Крымов. М.: Белый город, 2001. 48 с.

5. Швец П.М., Полынская И.Н. К вопросу о проблеме обучения цвето-тоновым отношениям живописи натюрморта в общеобразовательной школе 5–6 классах // XXII Всероссийская научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: материалы конференции / Научный редактор: Д.А. Погонышев. 2020. С. 341–344.

6. Полынская И.Н., Федорович А.В. К вопросу о формировании художественно-образного мышления студентов художественных вузов // Высшее образование сегодня. 2020. № 7. С. 29–34.

7. Писаренко С.А. Методические особенности организации наглядного показа на занятиях по рисунку и живописи // Экономические и гуманитарные исследования регионов. 2019. № 5. С. 79–84.

8. Ткачева Л.В. Обучение учащихся начальных классов основам цветоведения в системе внеурочной деятельности // Научные труды магистрантов и аспирантов: сборник научных трудов / Отв. редактор Д.А. Погонышев. Нижневартовск, 2020. С. 155–157.

9. Нагоричная М.Р. Проектирование образовательного процесса по изобразительному и декоративно-прикладному искусству в системе дополнительного образования // XXI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: сборник статей конференции / Отв. редактор Д.А. Погонышев, 2019. С. 233–236.

УДК 378.147

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Сережкина А.А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва, e-mail: mdif@mail.ru

Авиационная отрасль характеризуется сегодня не только высоким уровнем технической и технологической оснащенности, но и развитой профессиональной корпоративной культурой, объединяющей все страны мира. Государственные программы Российской Федерации, направленные на расширение возможностей применения информационных технологий, цифрового контента в авиационной отрасли, определяют направление разработки образовательных программ нового поколения, приоритезации задач формирования лингвистических компетенций и специализированной лингвистической культуры каждого работника авиационной системы. Перед профильными высшими учебными заведениями стоит задача обеспечения всех ключевых постов гражданской авиации компетентными специалистами. Вузы должны не только отслеживать внедрение новейших технологии, но и интегрировать их в упреждающем формате в учебный процесс – как в содержательной части, так и в части организации учебного процесса. Идеи системного подхода позволяют переосмыслить направления современной практики лингвистического образования в техническом вузе авиационной направленности в условиях цифровой трансформации общества: определить приоритетные направления научных исследований в сфере цифрового профессионального образования и обучения в высшей школе, принципы формирования англоязычной компетенции авиационных специалистов. В статье рассматривается проблема лингвистической подготовки специалистов технического вуза авиационной направленности в условиях цифровизации образовательной системы России.

Ключевые слова: лингвистическая подготовка, профессиональный английский язык, образовательные технологии, авиационные вузы, цифровизация образования

PRINCIPLES OF FORMATION OF ENGLISH-LANGUAGE COMPETENCE AVIATION SPECIALISTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY

Serezhkina A.A.

Moscow State Technical University Civil Aviation, Moscow, e-mail: mdif@mail.ru

The aviation industry is characterized today not only by a high level of technical and technological equipment, but also by a developed professional corporate culture that unites all countries of the world. The state programs of the Russian Federation aimed at expanding the possibilities of using information technologies and digital content in the aviation industry determine the direction of developing new-generation educational programs, prioritizing the tasks of forming linguistic competencies and specialized linguistic culture of each employee of the aviation system. The task of providing competent specialists for all key civil aviation posts is faced by specialized higher education institutions, which should not only monitor the introduction of the latest technologies, but also integrate them in a proactive format into the educational process, both in the content part and in the organization of the educational process. The article deals with the problem of linguistic training of specialists of a technical university of aviation orientation in the conditions of digitalization of the educational system of Russia.

Keywords: linguistic training, professional English, educational technologies, aviation universities, digitalization of education

В условиях активного развития информационных технологий, цифровых трансформаций общественной жизни российского общества существенно расширяются возможности образовательных учреждений, в первую очередь – технических вузов. Прочные позиции занимают образовательные программы онлайн, применяются мобильные платформы, обеспечивающие доступ к разнообразным и разноплановым информационным ресурсам.

Правовая основа преобразований регламентирована такими стратегическими документами, как: «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации» [1], «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [2] и др. Уровень представленности отечественных информационных технологий на мировом рынке авиационного сервиса определяет характер конкурентных преимуществ России.

В современных условиях иноязычное общение становится неотъемлемой частью будущей профессиональной деятельности авиационного специалиста, в том числе осуществляемое в контексте реализации цифровых технологий: телекоммуникационных технологий; систем обработки больших объемов данных (Big Data); искусственного интеллекта; технологий распределенного реестра (в том числе блокчейн); технологий

информационной безопасности, электронной идентификации и аутентификации и т.п. Формирование профессионально ориентированного образовательного контента сегодня невозможно без учета реальных условий производственной практики, автоматизированного производства и проектирования и т.д.

Президент РФ Владимир Путин подчеркнул: «Наша общая задача – обеспечить надёжное, качественное и безопасное авиасообщение. При этом важно, чтобы отрасль видела перспективы развития, своего дальнейшего роста». Несмотря на то что гражданская авиация является частью национальных транспортных систем, существенный сектор гражданской авиации выполняет именно международные перевозки, в том числе над территориями третьих стран, что определяет задачи унификации, систематизации, оптимизации процессов взаимодействия между авиационными ведомствами, организациями гражданской авиации, а следовательно, разработки валидных, надежных образовательных программ, обеспечивающих конкурентоспособность выпускников технического вуза.

Так, SITA, многонациональная швейцарская компания, специализирующаяся на информационных технологиях и системах связи для авиатранспортной отрасли, не только предоставляет систему обмена сообщениями (телеграммами) по специальному каналу связи для авиационных предприятий, но и внедряет крупномасштабные цифровые решения. В частности, для аэропортов Индии SITA Airport Management Solution разработаны и внедрены проекты, позволяющие не только объединить аэропорты Индии в единый транспортный сервисный центр, но и автоматизировать в каждом аэропорту процесс обработки багажа, систему управления аэропортом и взаимодействия его подразделений, качественно повысить уровень обеспечения безопасности [3].

Американская компания Jeppesen, являющаяся подразделением Boeing, предлагает решения в области планирования полетов, образования и тренажерной подготовки экипажей. Цифровые решения Jeppesen позволили реализовать программу paperless cabin – «кабина без бумаг», переведя практически всю полетную документацию в электронный вид, минимизируя возможные ошибки в расчетах и планировании, которые может допустить человек.

Российская авиакомпания «Сибирь» внедряет блокчейн уже не только для авиапредприятий, но и для пассажиров, делая возможным приобретение билетов через блокчейн-платформу в течение 20 секунд [3].

В настоящее время цифровые процессы и технологии активно используются в Московском государственном техническом университете гражданской авиации (МГТУ ГА). Мультимедиа аудитории, электронные тренажеры, технический и электронный ресурс позволяют имитировать кабину пилота, инфраструктурные объекты аэропорта, сложные механизмы, системы топливообеспечения и т.п. МГТУ ГА и SITA запускают совместную программу обучения студентов для работы с автоматизированной системой регистрации пассажиров и оформления багажа SITA Departure Control System (SITADCS). Необходимость совершенствования методов обучения авиационному летному языку в цифровом формате обусловлена тем, что большинство критических ошибок, приводящих к фатальным последствиям, связаны с проблемами в общении обеспечивающих специалистов, а также летчиков и авиадиспетчеров [4, 5].

Целью настоящей работы является исследование базовых принципов разработки образовательных программ и технологий формирования англоязычной компетентности обучающихся в условиях цифровой трансформации профессионального и образовательного пространства авиационного вуза.

Методы исследования: к методам, применяемым в настоящей работе, относятся метод экспертных оценок, моделирование, анализ актуальной регламентирующей документации, образовательных программ, обобщение опыта работы кафедры Специальной языковой подготовки, Учебно-тренажерного центра МГТУ ГА.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторы и эксперты отмечают [5–7], что в ряду значимых свойств цифровых информационных технологий и их ценности для формирования лингвистической компетенции с позиций образовательного результата можно обозначить следующие: неограниченный информационный ресурс, в том числе лингвистический; человекоразмерность – использование эргономических (соотносимых с морфологическими и физиологическими возможностями человека) настроек и самонастроек восприятия информационного ресурса обучающимся (скорость, объем, темп, алфавит), а также возможность выбора способа организации обучающего материала; полисубъектность – обеспечение взаимодействия

нескольких обучающихся в реальном масштабе времени; информационную мобильность, понимаемую как оперативное перемещение по когнитивным ресурсам, текстам, масштабирование, выделение, информационный поиск; лингвистическую мобильность – возможность обучающегося оперативно перемещаться, адаптироваться и работать в различных лингвистических программах и ресурсах (использование словарей, текстов, комментариев, медиаресурсов, звуковых переводчиков и т.п.) в рамках образовательного процесса; репрезентативность – возможность преобразования текстового материала в таблицы, диаграммы, графики, доступность справочного материала, гиперссылок и т.п. Приводимые свойства способствуют существенному расширению возможностей преподавания обучающимся профессионально ориентированных дисциплин.

Актуальными направлениями языковой подготовки в МГТУ ГА в рамках дисциплины «Профессиональный английский язык» являются: интенсификация общих языковых компетенций на основе применения традиционного комплекса дидактических методик; формирование коммуникативных навыков, необходимых для межкультурных форм социального взаимодействия в профессиональной сфере; интерактивные методики, обеспечивающие реализацию языковой компетенции в комплексе – в виде профессионально важных знаний, умений, навыков; формирование единой цифровой среды, консолидирующей образовательный и исследовательский контенты, цифровые сервисы в профессиональном пространстве.

Возможности лингвистической конвергенции в образовательный процесс в содержательном плане реализуются в МГТУ ГА: *на уровне бакалавриата* – в формах трансляции лекций, организации доступа к видео, аудиопрезентационным, справочным материалам, тестам для самопроверки, библиотеке регламентирующей документации на английском языке, профессионально ориентированных текстов, к актуальным словарям и т.п.; *на уровне магистратуры* – это программы работы с базами данных, интерактивные формы взаимодействия с библиотекой профессиональных кейсов, доступ к видеоматериалам с тематикой применения конкретных технологий, операций, возможность анализа специфических коммуникативных ситуаций; *на уровне аспирантуры* – это информация о реализации конкретных технологических проектов, циклов, экспертные кейсы, банк научной информации по направлению подготовки научной работы, базы данных и т.п.

Анализ образовательных технологий, применяемых в МГТУ ГА на разных уровнях обучения, позволяет исследовать принципы, определяющие систему и методологию языкового образования в условиях цифровизации. Проблемное обучение предполагает активный разноплановый сложноорганизованный дискурс, прагматический компонент содержания коммуникации, предметность, ситуативность и т.д. Исходя из вышеизложенного формулируются три группы принципов: общеметодические принципы; общепрофессиональные принципы; специальные принципы.

Практика использования мультимедийных технологий в формировании лингвистической компетенции обучающихся в неязыковом вузе в системе непрерывного профессионального образования предоставляет возможность объективации основных *общеметодических* принципов:

1) принципа первичности исходной дисциплины: мультимедийные технологии обеспечивают оптимальную (по отношению к ведущему предмету) трансляцию и активное восприятие ключевой информации – авиационного английского языка;

2) принципа обратной связи – предполагает необходимость включенности самого субъекта образовательной деятельности (преподавателя, обучающегося) в процесс обсуждения или анализа предъявляемых моделей или сюжетов в процессе свободного дискурса на английском языке;

3) принципа проблематизации – является основанием проектирования и прогнозирования проблемной ситуации с использованием реальных кейсов и лингвистических конструкций.

Эти принципы необходимы для структурирования содержания предмета «Профессиональный английский язык», качественного и актуального моделирования деятельности в процессе формирования лингвистической компетенции.

К *общепрофессиональным* можно отнести следующие принципы:

1) регламентированности;

2) стандартизации;

3) моделирования коммуникативной ситуации в условиях неопределенности.

Профессиональная деятельность определяется актуальными регламентами, положениями, локальными нормативными актами. Владение лингвистическими конструкциями, регламентирующими предметный контекст, обеспечивает качественное исполнение поставленных задач.

Английский язык исторически является универсальным для гражданской авиации в мире и обязательным (авиационный ан-

глийский) в части использования в рамках радиообмена «воздух – воздух» и «земля – воздух», поэтому есть необходимость совершенствования языковых навыков взаимодействия в рамках стандартных речевых формул, распознавания их в живой речи с использованием мультимедийного, цифрового контента.

Чтобы избежать разночтений, которые могут возникнуть при переводе, авиаконструкторы из соображений безопасности полетов запрещают переводить инструкцию на любой язык. А это приводит к трудностям, возникающим при обслуживании воздушного судна.

Практика лингвистического образования требует дальнейшего расширения информационных полей в сфере овладения цифровыми технологиями в профессиональном коммуникативном пространстве, что определяет необходимость согласованности со *специальными* принципами:

1) совершенствования лингвистических компетенций в контексте цифровой и информационной культуры, программирования, моделирования, аналитики;

2) лингвистического оформления информации в различные профессионально детерминированные репрезентативные, семиотические, коммуникативные системы;

3) формирования навыка включенности в деятельность в реальном времени, диалогичность: «здесь и сейчас», понимание смысла реального дискурса.

Во время обучения в МГТУ ГА студенты отрабатывают не только типичные, но и внештатные ситуации, языковые конструкции: при работе в условиях отказа электрики, сбоя программы, в сложных метеоусловиях, при работе с новым программным обеспечением, документацией, корреспонденцией и т.п. Обучающие программы построены таким образом, что все сложные ситуации отрабатываются на тренажерах до автоматизма. Лингвистическая составляющая профессионального навыка должна максимально соответствовать ситуации.

Выводы

Результаты анализа опыта организации обучения английскому языку в МГТУ ГА [8, 9] показали, что обращение к идеям системного подхода позволяет переосмыслить направления современной практики лингвистического образования в техническом вузе авиационной направленности в условиях цифровой трансформации общества, определить принципы и приоритетные направления в сфере цифрового профессионального образования, разработать комплекс опережающих образовательных программ, направленных на совершенствование профессиональных компетенций преподавателей английского языка в авиационном вузе; не только обеспечить внедрение новейших технологий, но и интегрировать их в упреждающем формате в учебный процесс; в целом способствовать формированию единой цифровой среды, консолидирующей образовательный и исследовательский контенты, цифровые сервисы, внутренние и внешние взаимодействия для обучающихся и преподавателей; разработать систему критериев для обеспечения экспертизы качества предлагаемых образовательных услуг в условиях цифровых трансформаций; очертить перспективы образовательной триады сегодня: совершенствование компетенций в освоении авиационной профессии – лингвистического образования – культуры цифрового общества как саморазвивающихся открытых систем на разных уровнях проявления и контекстах.

Совершенствование лингвистической компетенции (и компетентности) в представленности всех ее компонентов (лингвистическом, социокультурном, учебно-познавательном, дискурсивном) как самодостаточной многоуровневой системы профессионально детерминированной среды обеспечивается современными образовательными программами, реализуемыми в техническом вузе авиационной направленности на основе вышеизложенных принципов.

В открытой системе, одной из которых является живой английский язык, с течением времени отклонения от стандартов увеличиваются, что приводит к необходимости постоянного обновления образовательного ресурса как для преподавателей, так и для обучающихся, уточнения теоретических концепций, методологии и дидактики, применяемой в практике цифрового образовательного процесса высшей школы, оперативно включенной в процессы цифровой трансформации общества [9].

Список литературы

1. Указ Президента РФ «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации» от 5 декабря 2016 г. № 646 [Электронный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41460 (дата обращения: 25.03.2021).

2. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» от 09.05.2017 г. № 203 [Электронный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919 (дата обращения: 25.03.2021).

3. Авиакомпания S7 внедряет продажу билетов через блокчейн // Российская газета. Публикация 26.08.2020 [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2020/08/26/aviakompaniia-s7-vnedriaet-prodazhu-biletov-cherez-blokchejn.html (дата обращения: 25.03.2021).

4. ICAO 9859 AN/460. Руководство по управлению безопасности полетов. Издание первое, 2006 [Электронный ресурс]. URL: https://favt.gov.ru/public/materials/2/1/2/3/6/212361e986b48a7fc27c9818bc323192.pdf (дата обращения: 25.03.2021).

5. Засухин А.С. Процедуры поиска и устранения неисправностей с использованием тренажеров «FAROS» технического обслуживания самолётов семейства AIRBUS // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 205. С. 95–98.

6. Фирсова А.М., Карцева Е.В. Обучение иностранному языку в неязыковом вузе в системе непрерывного профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=11493 (дата обращения: 26.03.2021).

7. Манолова О.Н. Современный руководитель: индивидуальность в информационно-цифровом пространстве // Образование личности. 2018. № 2. С. 56–59.

8. Черняева Е.В., Дербина С.В., Кузнецова А.С. Иностранный язык: учебно-методическое пособие по авиационному английскому языку. Воронеж: ООО «МИР», 2019. 48 с.

9. Сережкина А.А. Языковая подготовка специалистов авиапредприятий стран участниц ИКАО (учебно-методическое пособие по английскому языку). М.: МГТУ ГА, 2017. 38 с.

УДК 37.01

ИСТОРИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕОРИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – ПЕРВОЙ ТРЕТИ XX ВВ.

Сираев Р.Р.

Федерация спортивной борьбы Республики Башкортостан, ГОУ «Спортивная школа олимпийского резерва по спортивной борьбе Республики Башкортостан, Уфа, e-mail: ramilsiraev64@mail.ru

Статья посвящена вопросам поиска истоков зарождения научной педагогической мысли на рубеже XIX–XX вв., связанной с формированием современной теории и понятия «образовательная среда». Материалами для исследования послужили дореволюционные журнальные статьи и публикации по педагогике, отчеты общественных организаций, занимающихся вопросами воспитания детей, работы современных отечественных исследователей. Одним из основоположников идеи о влиянии на гармоничное развитие личности определенной среды является Петр Лесгафт. Он считал, что окружающая ребенка обстановка, определенная среда, состоящая из семьи, родителей и воспитателя, могут помочь сформировать духовно и физически развитого человека. Определенное влияние на формирование теории образовательной среды оказали европейские мыслители эпохи просвещения. Д. Локк, Ж. Руссо, Г. Спенсер, Э. Кант говорили о необходимости воспитывать ребенка в готовности к самосохранению и способности к самостоятельной предпринимательской деятельности. Они считали, что становление человека происходит под влиянием обстоятельств окружающего мира, с которыми человек должен выстроить определенные нравственные отношения, проявив свой характер, волю и желания. Эти идеи печатались в выпусках Журнала министерства народного просвещения Российской империи, которые оказали влияние на формирование русской педагогики в условиях начавшейся индустриализации и перехода к капиталистическим отношениям. Роль учителя, школы, коллектива в это время существенно возрастает, и такая «окружающая среда» становится ведущим фактором социального воспитания. Рассмотренные историко-педагогические условия представлены как важные предпосылки, способствующие формированию первых контуров теории образовательной среды. Идеи и подходы к определению роли и характера окружающей среды в воспитании, образовании и формировании личности ребенка показывают, что отечественные педагоги пристальное внимание уделяли проблеме поиска условий и факторов, которые оказывают влияние на формирование личности человека. И такие идеи легли в основу современного понятия «образовательная среда».

Ключевые слова: образовательная среда, Россия, педагогика, гармоничная личность, духовное развитие, физическое воспитание

HISTORICAL AND EDUCATIONAL PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF THE THEORY OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE SECOND HALF OF THE 19TH – FIRST THIRD OF THE 20TH CENTURIES

Siraev R.R.

Federation of Sports Wrestling of the Republic of Bashkortostan, Sports School of the Olympic Reserve for Sports Wrestling of the Republic of Bashkortostan, Ufa, e-mail: ramilsiraev64@mail.ru

The article is devoted to the issues of finding the origins of scientific pedagogical thought at the turn of the 19th and 20th centuries, connected with the formation of the modern concept of «educational environment». The materials for the study were pre-revolutionary journal articles and publications on pedagogy, reports of public organizations dealing with child-rearing issues, the work of modern domestic researchers. One of the founders of the idea of influence on the harmonious development of the personality of a certain environment is Peter Lesgaft. He believed that the environment surrounding the child, a certain environment consisting of family, parents and caregiver, can help to form a spiritually and physically developed person. European thinkers of the enlightenment era had a certain influence on the formation of the theory of the educational environment. D. Locke, J. Russo, G. Spencer, E. Kant talked about the need to educate the child in readiness for self-preservation and ability to self-business. They believed that the formation of man is influenced by the circumstances of the world around, with which a person must build certain moral relations, showing his character, will and desires. These ideas were published in the journal of the Ministry of Public Education of the Russian Empire, which influenced the formation of Russian pedagogy in the context of the industrialization and transition to capitalist relations. The role of the teacher, the school, the staff increases significantly at this time, and this «environment» becomes the leading factor of social education. Thus, under the influence of changing historical conditions and changing epochs, favorable conditions have developed for the formation of the theory of the educational environment. Subsequently, it received its further development and design in the works of Soviet and modern researchers.

Keywords: educational environment, Russia, pedagogy, harmonious personality, spiritual development, physical education

В настоящее время российское общество претерпевает трансформацию всех сфер жизни, прежде всего, происходит переоценка культурно-исторического опыта народов, духовных ценностей и традиций воспитания и образования. Особенно заметно это происходит в области современных педагогических исследований, ориентиро-

ванных на поиск наиболее эффективных способов и методов воспитания подрастающего поколения.

В этой связи обращает на себя внимание понятийный и методологический инструментарий педагогической науки, формирование новых теорий и концепций, связанных с развитием педагогической мысли. Среди них особое место занимает так называемая «теория образовательной среды», сформированная сравнительно недавно отечественными исследователями, и вызывающая большой интерес [1].

Понятие «образовательная среда» привлекает к себе пристальное внимание современных исследователей, занимающихся вопросами образования, воспитания и развития личности человека. Вместе с тем целостная в методологическом плане теория образовательной среды до сих пор окончательно не оформилась. Существуют различные подходы и методы ее определения, разные подходы к классификации и сущностному ее содержанию и практические наработки в данной сфере [2]. Объяснением такой ситуации может служить наличие многообразия вариантов образовательных систем в разных обществах на разных этапах развития государственно-политических организаций и развития педагогических взглядов соответственно [3].

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью обратиться к истокам зарождения научной педагогической мысли, чтобы подойти к наиболее объективному и целостному пониманию современной ситуации развития теории образовательной среды, ее ключевых понятий и сущностного содержания.

Цель исследования – определить основные тенденции и направления формирования идей образовательной среды как наиболее благоприятного условия развития личности, появившиеся в трудах отечественных и зарубежных мыслителей и педагогов второй половины XIX – первой трети XX вв.

Материалы и методы исследования

Источниковой базой для написания статьи послужили дореволюционные публикации педагогов, размещенные на страницах периодически издававшегося журнала Министерства народного просвещения Российской империи, Отчетов губернских обществ содействия воспитания детей и другие издания, сохранившиеся в Отделе редких книг и журналов Российской национальной библиотеки в Санкт-Петербурге. Методологической основой работы послужили идеи отечественных ученых о развитии гармоничной личности, и воспитании ребенка, обладающего физическими, психическими и нравственными качествами человека, способного самостоятельно жить и развиваться. Использованы методы исторического и источниковедческого анализа педагогических материалов, обобщения разных групп данных, описания и наблюдения.

Результаты исследования и их обсуждение

Истоки формирования теории образовательной среды были заложены в трудах классиков философской и педагогической мысли XIX – начала XX вв. Именно в этот исторический период начали происходить коренные преобразования в мировоззрении людей, связанные с формированием капитализма, а затем и социалистического устройства российского общества. Это закономерно приводило к активизации и поиску новых педагогических идей в направлении изучения роли образовательной среды. В эти годы существенно менялась система образования в соответствии с изменениями государственного устройства и сферой управления образованием.

Отечественные педагоги того времени посвятили серию статей на страницах журнала Министерства народного просвещения, издававшегося в Санкт-Петербурге, вопросам воспитания и образования детей в школе, уделяя при этом особое внимание состоянию их физического и нравственного здоровья. Именно внимание к личностным характеристикам учеников и роли педагогов в их развитии с учетом требований эпохи, окружающей среды в целом, готовности к самостоятельному труду прослеживается во многих статьях этого журнала.

В нескольких губерниях Российской империи в 1890-е гг. по инициативе медика и педагога П.М. Лесгафта создавались Общества содействия физическому воспитанию детей, куда входили педагоги и родители, священники, заинтересованная интеллигенция. Они организовывали занятия активными видами деятельности детей и подростков, гимнастикой, прогулками, экскурсиями. Также эти общества вели просветительскую работу среди взрослых, прежде всего педагогов-женщин, которые готовились руководить физическим воспитанием детей [4]. Позже на основе накопленного опыта уже в советское время были открыты соответствующие курсы, преобразованные позже в Институт физического воспитания имени Лесгафта в Санкт-Петербурге. В своих трудах и практической деятельности Петр Лесгафт особое внимание уделял взаимосвязи умственного,

прежде всего духовного, и физического воспитания как непременного условия образования и развития личности. При этом педагог подчеркивал особую роль семьи, прежде всего родителей, и воспитателя в физическом образовании ребенка [5]. Так постепенно вырисовывались контуры будущей теории образовательной среды в трудах отечественных мыслителей, предпосылками для которой явились изменяющиеся взгляды педагогов на роль и место школы и семьи в формировании личности ребенка и его физического уровня.

В пореформенный период в России большое внимание уделялось рассмотрению идей европейских просветителей того времени, которые в соответствии с необходимостью искали новые основания для воспитания подрастающего поколения на фоне усиления либеральных и демократических тенденций. Например, большой резонанс вызвал труд английского философа Герберта Спенсера, опубликованный в конце XIX в. на страницах того же Журнала Министерства народного просвещения Российской империи [6]. Здесь были оформлены идеи, находившие при этом много общего с воззрениями Локка и Руссо о необходимости воспитывать ребенка в готовности к самосохранению и способности к самостоятельной предпринимательской деятельности.

Благодаря этому, ребенок, находясь в определенных специально созданных социальных условиях, мог сформироваться как самостоятельная, готовая к труду личность, как гражданин государства. Это соответствовало требованиям начавшейся промышленной революции и переходу от традиционного общества к индустриальному. В определенной мере можно сказать, что Г. Спенсер впервые обратил внимание на тот факт, что воспитание и развитие ребенка происходит в определенных условиях, которые создает само общество в зависимости от текущих потребностей. Сегодня мы называем это «социальный заказ».

Представителя немецкой философской мысли И. Канта мы можем отнести к одному из основоположников так называемого антропологического подхода в педагогике эпохи Просвещения. Он раскрыл некоторые аспекты влияния на становление человека обстоятельств окружающего мира, с которыми человек должен выстроить определенные нравственные отношения, проявив свою волю и желания [7].

Русские педагоги XIX в. не могли не рассмотреть эти взгляды под углом выбора приоритета школьного или домашнего воспитания в образовании ребенка, проблема которого довольно активно обсуждалась на страницах педагогической литературы того времени. Они акцентируют внимание на том факте, что Кант отдавал предпочтение воспитанию в школе, потому что здесь дети могли «выступать равными друг другу» и поэтому могут научиться «ограничивать этим свои притязания». И в этом им помогают учителя, выступая в роли «отцов», передавая определенный «дух воспитания» из семьи.

Для развития этой идеи Кант предлагал организовать специальные «экспериментальные школы», где учителя и ученики научились бы выстраивать определенные «разумные границы идеального плана воспитания», и потом перенести этот опыт в другие «нормальные школы». Многие авторы подчеркивают, что «человек воспитывается только человеком, поэтому характер и результаты воспитания зависят также от характера воспитателей» [8].

Данные постулаты так или иначе связываются сегодня с поиском и современным определением элементов образовательной среды как некой искусственно созданной реальности с определенными условиями и обстоятельствами, направленными на формирование и развитие личности ученика. Именно такое понимание образовательной среды лежит в основе многих современных теорий.

Очень интересными в данном контексте выступают просветительские взгляды отечественного мыслителя и педагога К.Д. Ушинского. Воспитание он считал искусством создания человеческой личности с целью подготовки ее к жизни [9]. При этом личность должна быть гармонично развита – и умственно, и физически, и эстетически, и нравственно. И опираться в выборе методов развития необходимо на опыт народной традиции, на природную среду, на использование родного слова, пословиц и поговорок, сказок. При этом возрастает роль учителя, который владеет словом и является носителем определенных культурных традиций. В наши дни мы также можем рассматривать эти воззрения как попытку определить параметры и условия выбора той среды, которая оказывает влияние на образование и воспитание ребенка, его характеристики как личности.

Процесс развития теории. Эти и другие исследователи постепенно разрабатывали и наполняли содержанием понятие «образовательной среды». В начале XX в. в России идеи воспитания и образования детей получили новый разворот в связи с изменением государственно-политической системы и, соответственно, изменившегося «общественного запроса». Советскому государ-

ству необходимо было найти новые основания и приоритеты для воспитания молодого поколения на основе совершенно иной идеологии. На первый план вышли принципы коллективизма, готовность к труду, отказ от «старого», связанного с социальными сословиями и традициями российского общества «царского времени».

Исследователи этого периода выделяли окружающую среду в качестве существенного фактора социального воспитания. Сложилось представление о том, что окружающая среда оказывает непосредственное влияние на воспитание детей. Один из первых советских педагогов Лев Семенович Выготский рассматривал связь между развитием психики ребенка и его отношениями с окружающей средой [10]. При этом он считал, что воспитание состоит не в приспособлении ребенка к окружающей среде, а в формировании личности, выходящей дальше за рамки этой среды. А это возможно при условии самовоспитания ребенка, когда процесс воспитания правильно организован. При этом личная деятельность ребенка лежит в основе всего воспитательного процесса, а воспитатель всего лишь наблюдатель, который корректно направляет и регулирует самостоятельную деятельность ребенка.

В этот же период идеи влияния среды на становление личности и социализацию ребенка развивались в трудах другого российского и советского педагога Станислава Теофиловича Шацкого (1878–1934 гг.). Основной вклад ученого сделан в направлении поиска новой концепции школы как центра воспитания в социальной среде. Такая среда должна быть направлена на формирование такого человека, который способен самосовершенствоваться, рационально заниматься трудовой, умственной и эстетической деятельностью, сосредотачивать свои усилия для достижения поставленной цели [11].

В качестве эксперимента по поиску такого детского центра С.Т. Шацким было создано несколько общественных воспитательных заведений в Москве в виде клубов, колоний и лагерей творческого развития детей в начале 1900-х гг. В этой практической работе он развивал идеи взаимосвязи трудовой, эстетической и умственной деятельности, взаимоотношений воспитателей и воспитанников, динамики развития детского сообщества в ходе совместной творческой деятельности.

В период становления советской государственности происходил поиск новых оснований для работы школьных учреждений. С.Т. Шацкий создал первую опытную станцию по народному образованию (1919–1932 гг.). Здесь на площадках нескольких образовательных и воспитательных заведений, таких как школы, детские сады, читальни, происходило исследование влияния среды на рост и развитие ребенка, использование в воспитательной деятельности всего ценного и позитивного в культуре среды того времени. Предпринимались попытки включения родителей, работников культуры, библиотекарей и даже медиков в воспитательный процесс, что значительно расширяло возможности изучения влияния среды. Основной вывод, который сделал педагог в ходе своих изысканий, заключался в том, что развитие ребенка зависит не столько от генетических задатков, сколько от социальной и экономической среды, в которой он растет и развивается и которая вместе с тем является максимально естественной для него, связанной с реальной жизнью.

Исследователи этого периода выделяли окружающую естественную среду в качестве существенного фактора воспитания и образования. Они считали, что окружающая среда оказывает непосредственное влияние на воспитание детей, особенно при смене государственной системы и мировоззрения. Один из ярких представителей педагогики революционного периода А.А. Богданов – ученый утопического направления, который считал, что в условиях противостояния двух разных политических систем – стран капиталистического запада и советской России – необходимо установить тщательный контроль и власть пролетариата, готового обеспечить производственный прорыв в сфере экономики. А для этого необходимо создать определенные условия для соответствующего воспитания и образования детей, способных в будущем реализовать планы социалистического строительства в стране [12].

Именно в это время оформляется теория «педагогики среды», ярким представителем которой считается А.С. Макаренко. Его подход к формированию образовательной среды выходит за рамки гуманистической педагогики, по мнению большинства отечественных педагогов. Однако ЮНЕСКО в 1988 г. признало его большой вклад в развитие теории и практики педагогики XX в. всемирного значения [13]. В созданной им системе дети воспитывались через совместный труд и общую дисциплину, где младшие слушали старших на основе полной самоорганизации жизни, учебы и работы. Именно такая специально созданная среда в детской колонии в первые годы советской власти позволяла сформировать самостоятельных личностей и активных граждан, несмотря на то, что поступали изначально

туда дети-беспризорники, сироты и правонарушители с городских улиц, дети войны.

Теоретические оценки. Определенно можно сказать, что коренные преобразования, которые происходили в политической и социально-экономической системе российского государства в первой трети XX в., оказали существенное влияние на развитие и оформление понятия «среда» применительно к процессам образования и воспитания детей как граждан советского общества. Теория образовательной среды продолжала наполняться и развиваться в соответствии с идеологией нового времени. В основе этой теории лежит понятие «образовательная среда», рассматриваемое как совокупность определенных условий, оказывающих влияние на воспитание и образование человека.

Возможности образовательной среды как определенных условий гармоничного ненасильственного влияния рассматриваются современными педагогами как важный фактор социализации ребенка, его самореализации, педагогической поддержки и помощи в решении возникающих проблем. Данное направление признано современной парадигмой образования, и, несомненно, такой подход содержит в себе мощный потенциал для дальнейших разработок в данном направлении.

Заключение

Таким образом, рассмотренные историко-педагогические условия могут быть представлены как важные предпосылки, способствующие формированию первых контуров теории образовательной среды. Идеи и подходы к определению роли и характера окружающей среды в воспитании, образовании и формировании личности ребенка показывают, что отечественные педагоги пристальное внимание уделяли проблеме поиска условий и факторов, которые оказывают влияние на формирование личности человека. И такие идеи легли в основу современного понятия «образовательная среда».

Список литературы

1. Ясвин В.А. Школьная среда как предмет измерения: экспертиза, проектирование, управление. М.: Народное образование, 2019. 448 с.

2. Журавлева С.В. Исторический обзор становления понятия «образовательная среда» в педагогической науке // Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 3. С. 48–56.

3. Синяков М.Г. Педагог в поликультурной образовательной среде: субъектно-средовой подход: монография. М., 2011. 170 с.

4. Отдел редких книг и журналов Российской национальной библиотеки: Журнал Министерства народного просвещения. Новая серия, Ч. XVIII, ноябрь, 1908 год. 113 с.

5. Ягафарова И.М., Сираев Р.Р. Педагогические аспекты управления деятельностью спортивной школы // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: материалы IV международной научно-практической конференции, г. Новокузнецк, 3–4 декабря 2020 г. / Отв. ред. канд. соц. наук, доц. Э.И. Забнева. Кемерово: ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», филиал КузГТУ в г. Новокузнецке, 2020. С. 297–300.

6. Спенсер Герберт. Воспитание умственное, нравственное и физическое. СПб.: Издание В.И. Губинского, 1898. 232 с.

7. Кант И. Антропология с прагматической точки зрения. СПб.: Наука, 2009. 471 с. [Электронный ресурс]. Академия кантиана: URL: http://kant-online.ru/?page_id=118 (дата обращения: 10.03.2021).

8. Козлов Н.И. Психологос. [Электронный ресурс]. Энциклопедия практической психологии: URL: https://www.psychologos.ru/articles/view/pedagogicheskaya-sistema-a.s.makarenko (дата обращения: 20.03.2021).

9. Ушинский К.Д. Человек как предмет воспитания: Опыт педагогической антропологии. Том II. М.: Книга по Требованию, 2014. 628 с.

10. Выготский Л.С. Собрание сочинений: В 6 т. Т. 6. Научное наследство / Под ред. М.Г. Ярошевского. М.: Педагогика, 1984. 400 с. [Электронный ресурс]. URL: Педагогическая библиотека (pedlib.ru) (дата обращения: 20.03.2021).

11. Шацкий С.Т. Педагогические сочинения: В 4 т. Т. 4. М., 1965. С. 228. [Электронный ресурс]. Научная педагогическая библиотека. URL: http://elib.gnpbu.ru/text/shatsky_ped-soch_t4_1965 (дата обращения: 20.03.2021).

12. Луценко А.А. Концепция образования в трудах А.А. Богданова // Высшее образование в России. 2012. № 8–9. С. 120–123.

13. Электронный архив произведений Макаренко. [Электронный ресурс]. URL: http://www.makarenko.edu.ru/biblio.htm (дата обращения: 20.03.2021).

УДК 371.214.121

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ШКОЛ

Тамме Е.В., Сажина Н.М., Хентонен А.Г.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: hentonen@list.ru

Статья посвящена анализу образовательной системы России по формированию критического мышления учащихся средних школ. Определены критерии оценки качества образования в соответствии со стандартами ФГОС ООО и навыками XXI в. Когнитивные компетенции отражают уровень успеваемости учащихся (анализ, рассуждение, интерпретация, критичность, креативность), внутриличностные компетенции выражают добросовестность в обучении, (организованность, трудолюбие, целеустремленность), межличностные компетенции, кооперацию (сотрудничество, решение конфликтов, обязанность, самопрезентация, социальное влияние на других, командная работа). Раскрыта сущность и критерии оценивания навыков предметных и метапредметных компетенций: soft-skills и hard-skills. Проведен сравнительный анализ требований стандарта ФГОС ООО по компетенциям «4К»: креативность, коммуникация, критическое мышление и коллаборация. Доказано, что ключевой универсальной компетенцией учащихся средней школы является критическое мышление. Оценивание сформированности критического мышления определяется: способностью учащихся анализировать, умением определять связи между утверждениями, вопросами и доводами; умением оценить надежность данных, определить убедительность аргументов; способностью аргументированно объяснять и владеть методами логически строить мысль и защищать свои выводы; умением школьников формировать гипотезы (предположения) и делать самостоятельно выводы, выявляя недостающую информацию; владением саморегуляции, саморефлексии, самопроверки и коррекции своих действий.

Ключевые слова: образовательная система, критическое мышление, учащийся средней школы, функциональная грамотность, компетенции «4К», soft-skills и hard-skills

ANALYSIS OF THE RUSSIAN EDUCATIONAL SYSTEM ON THE FORMATION OF CRITICAL THINKING OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Tamme E.V., Sazhina N.M., Khentonen A.G.

Kuban State University», Krasnodar, e-mail: hentonen@list.ru

The article is devoted to the analysis of the Russian educational system on the formation of critical thinking of secondary school students. The criteria for assessing the quality of education in accordance with the standards of the Federal State Educational Standard LLC and the Skills of the 21st century are defined. Cognitive competencies reflect the level of student performance (analysis, reasoning, interpretation, criticality, creativity), intrapersonal competencies express conscientiousness in learning (organization, hard work, purposefulness), interpersonal competencies-cooperation (cooperation, conflict resolution, responsibility, self-presentation, social influence on others, teamwork). The article reveals the essence and criteria for evaluating the skills of subject and metasubject competencies: soft-skills and hard-skills. A comparative analysis of the requirements of the FSES LLC standard for the «4K» competencies: creativity, communication, critical thinking and collaboration. It is proved that the key universal competence of secondary school students is critical thinking. The assessment of the formation of critical thinking is determined by: students ' ability to analyze, the ability to determine the relationship between statements, questions and arguments; their ability to assess the reliability of data, to determine the credibility of arguments; the ability to explain and use reasoned methods to logically build a thought and defend their conclusions; the ability of schoolchildren to form hypotheses (assumptions) and draw conclusions independently, identifying missing information; the ability to self-regulate, self-reflect, self-check and correct their actions.

Keywords: educational system, critical thinking, high school student, functional literacy, «4K» competencies, soft-skills and hard-skills

Школьное образование за последние годы претерпело большие изменения, связанные с появлением новых подходов и требований к целям и организации образовательного процесса. Содержание образования направлено на решение общественно-политических и научно-методических проблем. В первом случае они связаны с современными запросами и ожиданиями государства, общества, семьи и личности, во втором – решением научных и педагогических профессиональных сообществ.

Становление постиндустриального общества в России связано с глобализацией и информатизацией, ускоренным внедрением новых открытий и быстрым обновлением знаний, требующих от будущего специалиста профессиональной мобильности, непрерывного повышения квалификации и образования. В свою очередь, система образования ориентирована на общекультурное, личностное и познавательное развитие учащегося, основанное на формировании у них:

– базовых национальных ценностей (сохранение религиозных, культурных, социально-исторических и семейных ценностей);

– методологических, системообразующих и мировоззренческих научных знаний

(знание основных теорий, концепций, фактов, методой и средств);

– универсальных учебных действий (личностных, ориентировочных и коммуникационных действий, способности работать с информацией и ее перерабатывать).

Метапредметный подход в современном образовании в условиях реализации ФГОС исследован О.В. Станкевич, С.В. Шавченко, Е.Ю. Баркаловой [1], универсальная компетентность и новая грамотность рассмотрены И.Д. Фруминым, М.С. Добряковым, К.А. Баранниковым, И.М. Реморенко [2], применение подхода «большие идеи» для содержания образования и концептуально-ориентированного обучения в условиях трансформации образования изучено М.В. Гасинец, Н.А. Авдеенко, А.М. Михайловым, О.Д. Федоровым, Т.В. Пащенко [3].

Цель исследования – выявить перспективные пути формирования критического мышления учащихся средних школ с учетом современных требований к модернизации российской системы образования.

Материалы и методы исследования

Функциональная грамотность становится современным показателем качества образования школьников, где знания являются основой для планирования и осуществления их действий. А.А. Леонтьев определяет функциональную грамотность учащегося в «способности использовать им постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общении и социальных отношений» [4, с. 35].

На основе результатов мониторингов качества образования школьников, современных научных достижений и требований общества в 2016 г. министерством образования и науки РФ утверждается национальный комплекс мер по обновлению содержания общего образования. Основными ориентирами модернизации общего образования становятся национальные и международные стандарты (ФГОС, PISA, soft-hard Skills, «Навыки 21 века»), выраженные в когнитивных, социально-эмоциональных и поведенческих результатах обучения. Согласно PISA критериями оценки функциональной грамотности учащихся являются:

– читательская (языковая) грамотность – способность понимать, анализировать и использовать текстовую информацию, прочтение и анализ ее для достижения цели, расширения знаний и возможности участвовать в социальной жизни;

– математическая (числовая) грамотность – способность математически рассуждать, применять математические понятия в разнообразных контекстах, использовать их для описания, объяснения, предсказания явлений и фактов;

– технологическая грамотность (ИКТ-грамотность) – владение персональным компьютером и другими техническими средствами, программными продуктами, сетями Интернет;

– естественнонаучная грамотность – способность научно объяснять естественнонаучные явления, понимать и интерпретировать данные исследования, делать научные выводы;

– финансовая грамотность – владение экономическими знаниями, навыками применять эффективные решения в любых финансовых ситуациях, способность улучшить личное и семейное финансовое благополучие, активно участвовать в экономической жизни общества.

– гражданская и культурная грамотность (глобальная компетентность) – способность к межкультурному взаимодействию и гражданской позиции, принятие и оценка различных точек зрения, уважительное отношение к другим людям, умение развивать коллективное благополучие, исполнение гражданских обязанностей [5].

Как полагают современные ученые, система современного образования направлена на формирование двух видов навыков: soft-skills и hard-skills [6].

Первая группа навыков («мягкие» навыки) – социально-психологические навыки, которые необходимы для применения в большинстве жизненных (профессиональных) ситуаций (командные, лидерские, коммуникативные, публичные и т.д.).

Вторая («жесткие» навыки) – предметные навыки (освоение, преобразование и применение предметных знаний на основе имеющихся знаний и познавательных учебных действий) (рис. 1).

Современный школьник должен обладать:

– способностью ориентироваться и взаимодействовать с людьми, координировать свои действия и выбирать оптимальные условия их использования в соответствии с общепринятыми ценностями, нормами и универсальными духовно-нравственными установками;

– способностью самостоятельно принимать решение и делать выбор в сложившейся ситуации, принимая ответственность за полученный результат, постановку цели и настойчивость в ее достижении;

– готовностью к постоянной переподготовке, овладению ключевыми компетенциями по разным отраслям знаний;

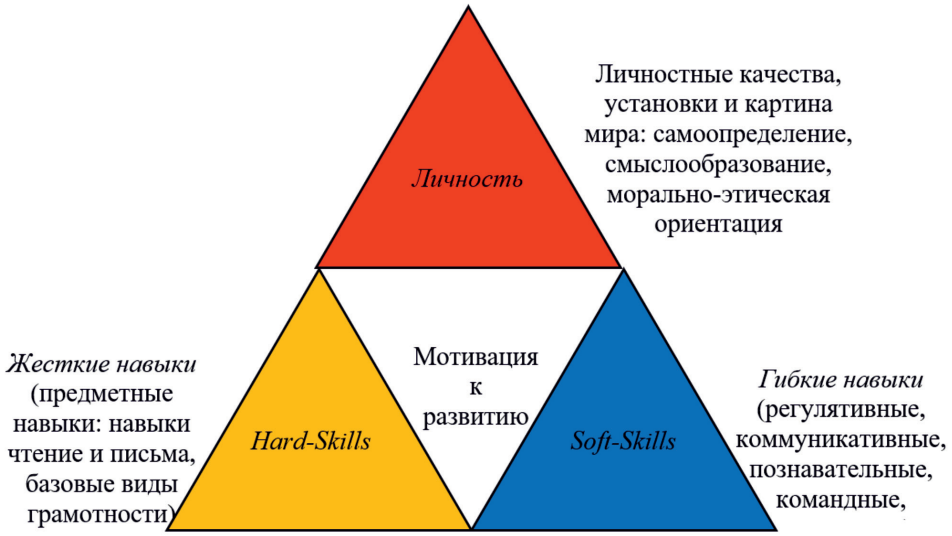


Рис. 1. Развитие личностных качеств школьников на основе формирования жестких и гибких навыков

– готовностью адаптироваться в любом социуме и идти на компромисс с людьми, умея активно влиять на них, учитывать другое мнение и принимать общие решения;

– способностью искать решения в нестандартной ситуации как привычное явление с применением современных информационных технологий [6].

Таким образом, от учащегося не требуется все помнить, так как в информационном мире легко найти нужную информацию, а возникает необходимость в овладении способами ее поиска. Для этого большое значение приобретает формирование у школьников умения правильно ставить проблему, отбирать информацию, определять недостающую и находить новую, дать правильную оценку в процессе рефлексии и применить полученные знания для решения последующих ситуаций, т.е. формирование универсальных компетенций.

Соответственно, главная цель национального проекта РФ «Образование» до 2024 г. – это улучшение качества общего образования, включающее формирование у учащихся навыков XXI в. Они становятся частью содержания изучаемых предметных областей, являясь обязательным результатом образования наряду с функциональной грамотностью (читательской, математической, технологической, естественнонаучной, финансовой, гражданской и культурной), которой школа должна обеспечить всех выпускников для адаптации к жизни [7].

Подобная цель вполне согласуется, на наш взгляд, с международными требованиями качества образования по навыкам XXI в., к которым относятся компетенции «4К».

Креативность – способность по-новому или по-другому думать о задаче или проблеме, использовать воображение для генерации новых идей. Креативность позволяет решать сложные задачи и находить интересные способы ее решения. К креативным навыкам относятся умение создать взаимосвязь, ставить вопросы, наблюдать и экспериментировать.

Коммуникация – способность понять себя и других. Коммуникация используется при предоставлении и получении различного рода информации, является регулярной частью нашей жизни в обществе. Коммуникативные навыки включают в себя умение слушать, разговаривать, наблюдать и сопереживать.

Критическое мышление – способность ясно и рационально мыслить, понимать взаимосвязь между идеями и логику ее построения. Критическое мышление связано с анализом способов решения проблемы. Процесс критического мышления включает сбор информации и данных через постановку вопросов и анализа возможных решений.

Коллаборация (сотрудничество) – способность к совместной работе в паре или группе для создания и реализации проекта, разработки идеи, решении проблемы. Сотрудничество происходит в достижении общей цели, которая приносит пользу или результат команде (группе). Сотрудничество требует от участников сформированности межличностных навыков, коммуникативных умений обмена знаниями, стратегиями и опыта, может проходить в традиционном формате или между членами виртуальной команды [8].

Рис. 2. Универсальные компетенции учащихся средней школы

Результаты исследования и их обсуждение

Как показал анализ теории и практики, для успешного формирования компетенций «4К» у школьников необходимо выделить и учесть в отечественной образовательной практике недостаточно востребованный педагогический потенциал уроков в системе общего и дополнительного образования. Урок позволяет учащимся не только приобрести учебный опыт, освоить предметное содержание, но и развивать способности ученика самостоятельно ставить и выполнять учебные задачи, работать в команде и управлять своим поведением и деятельностью [8].

В своем исследовании мы опираемся на системно-деятельностный подход, который предполагает новые требования к уроку по ФГОС:

– уход от авторитарного стиля общения к тьюторству, при котором учитель помогает ученику освоить новые знания, направляя учебный процесс;

– в приоритете становится самостоятельная работа учеников, а не учителя;

– личностно-ориентированный и индивидуальный характер уроков;

– практический и деятельностный подход в организации урока;

– развитие личностных, коммуникативных, регулятивных и познавательных универсальных компетенций [9].

Универсальная компетентность содействует развитию личности, активному взаимодействию ее и улучшению трудоустраиваемости. Универсальными компетенциями являются:

1) компетентность мышления:

– critical thinking + problem solving – критическое мышление, направленное на решение задач;

– creative thinking + problem solving – креативное мышление, направленное на решение задач;

– cognitive thinking – когнитивное мышление, ориентированное на понимание и интерпретацию;

– logical thinking – логическое мышление, ориентированное на анализ и аргументацию.

2) компетентность взаимодействия с другими:

– cooperation / collaboration – способность к сотрудничеству и работе в команде;

– leadership skills – способность выступать в роли лидера, принимая ответственность и ее распределяя;

– assert skills / self-assessment – способность договариваться, отстаивать свою точку зрения, при этом не зависеть от внешних влияний и оценок, сохраняя права других на иной взгляд.

3) компетентность взаимодействовать с собой:

– self management skills – способность нести личную ответственность в планировании, управлении временем и собой для достижения поставленных целей, брать на себя инициативу и выполнять задачи, проводить самоанализ и самооценку;

– self-skills – навыки формирования самого себя, ориентация и установка на работу с собой (способность рефлективно относиться к своей деятельности, мобилизовать себя на достижение цели, самоорганизация) (рис. 2) [10].

Список универсальных компетенций можно разделить на три области:

– когнитивная область, которая включает в себя мышление, рассуждение и связанные с ними навыки;

– межличностная сфера, которая включает в себя передачу информации другим, а также интерпретацию чужих сообщений и соответствующую реакцию;

– внутриличностная сфера, которая включает самоуправление, включая способность регулировать свое поведение и эмоции для достижения цели [11].

Когнитивные компетенции отражают уровень успеваемости учащихся (анализ, рассуждение, интерпретация, критичность, креативность), внутриличностные компетенции выражают добросовестность в обучении, (организованность, трудолюбие, целеустремленность), межличностные компетенции – кооперацию (сотрудничество, решение конфликтов, обязанность, самопрезентация, социальное влияние на других, командная работа) (таблица).

Виды и критерии универсальных компетенций учащихся средней школы

№ п/п	Виды компетенций	Критерии
1	*Hard-Skills (предметные виды грамотности)*	Языковая грамотность Математическая грамотность Естественнонаучная грамотность ИКТ-грамотность Финансовая грамотность Гражданская и культурная грамотность
2	*Soft-Skills (метапредметные компетенции)*	Критическое мышление Креативность Коммуникация Коллаборация
3	Личностные (качества характера)	Инициативность Любопытство Настойчивость Адаптивность Лидерство Гибкость Социальная и культурная осведомленность

Умение планировать, оценивать и решать проблемы поискового характера рассматриваются в рамках метапредметных результатов обучения учащихся в соответствии с ФГОС ООО [9].

Нам представляется, что просматривается определенная взаимосвязь между ФГОС ООО и требованиями к оценке и преподаванию навыков XXI в. Так, например, вычленяются общие компетенции, условно названные «4К», из которых критическое мышление является ключевой компетенцией современного выпускника средней школы. Оценивание сформированности критического мышления школьника определяется:

1) способностью учащихся анализировать, умением определять связи между утверждениями, вопросами и доводами;

2) умением их оценить надежность данных, определить убедительность аргументов;

3) способностью аргументированно объяснять и владеть методами логически строить мысль и защищать свои выводы;

4) умением школьников формировать гипотезы (предположения) и делать самостоятельно выводы, выявляя недостающую информацию;

5) владением саморегуляции, саморефлексии, самопроверки и коррекции своих действий.

Заключение

Главной особенностью современного образования становится не усвоение предметных знаний, а формирование умения применять эти знания в практической деятельности, а именно овладение «4К». Чтобы сформировать критическое мышление и другие навыки группы «4К» у учащихся средней школы, должен быть изменен весь учебный процесс:

– модернизация форм и содержания обучения;

– изменение системы мониторинга обученности учеников;

– применением новых дидактических средств, а именно разработка учебного материала для нового поколения.

Следовательно, учебный процесс должен быть направлен не на решение конкретного задания и изучение материала, а на формирование умения активно пользоваться содержащейся в них информацией для решения поставленных проблем. Следующий этап исследования будет связан с разработкой программы и ее внедрением в практику работы школ г. Краснодара.

Список литературы

1. Станкевич О.В., Шевченко С.В., Баркалова Е.Ю. и др. Метапредметный подход в современном образовании в условиях реализации ФГОС // Молодой ученый. 2017. № 50 (184). С. 271–274. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/184/47158/ (дата обращения: 21.03.2021).

2. Фрумин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018. 28 с.

3. Гасинец М.В., Авдеенко Н.А., Михайлова А.М., Федоров О.Д., Пащенко Т.В. Большие идеи для содержания образования / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 60 с.

4. Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла. Сборник материалов / Под ред. А.А. Леонтьева. М.: Баласс, 2003. 368 с.

5. PISA (международная программа по оценке образовательных достижений учащихся) [Электронный ресурс]. URL: https://fioco.ru/pisa (дата обращения: 25.02.2021).

6. Акимова О.А. Навыки soft-skills и hard-skills как конкурентное преимущество будущих выпускников // Мастер-класс. 2020. № 10. С. 9–14.

7. Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) / КонсультантПлюс (consultant.ru) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319308/ (дата обращения: 25.02.2021).

8. Компетенции «4К»: формирование и оценка на уроке: практические рекомендации / авт.-сост. М.А. Пинская, А.М. Михайлова. М.: Корпорация «Российский учебник», 2019. 76 с.

9. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. № 1897) // Гарант.ру [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/55170507/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/ (дата обращения: 24.02.2021).

10. Добрякова М.С., Юрченко О.В., Новикова Е.Г. Навыки XXI века в российской школе: взгляд педагогов и родителей / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018. 72 с.

11. Deeper Learning and 21st Century Competencies: An Overview / Education for life and work. [Electronic resource]. URL: https://www.nap.edu/resource/13398/dbasse_084153.pdf (date of access: 21.02.2021).

УДК 796.012.49

ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ (ЛРС) В УПРАЖНЕНИИ ГИРЕВОГО СПОРТА «РЫВОК»

Тихонов В.Ф.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: letterpa@mail.ru

Циклические двигательные действия в упражнении «рывок» вовлекают внешнее дыхание человека в специфический процесс непроизвольных циклических дыхательных движений. Целью исследования является определение локомоторно-респираторного сопряжения (ЛРС) в упражнении «рывок», используя частотные составляющие усилий и частотные составляющие дыхательных циклов у испытуемых. Исследование ЛРС проводилось у 9 студентов 19–20 лет на протяжении трех месяцев во время учебных занятий. Студенты были отобраны из числа тех, кто выполнил нормы ГТО в упражнении «рывок гири 16 кг» на золотой знак отличия. Испытуемые выполняли упражнение в течение 60 секунд, стоя на тензоплатформе, датчик спирографа был закреплен на шлеме. Качество выполнения упражнения оценивалось по графикам вертикальной реакции опоры (*R(t)_верт, N*) и скорости потока дыхательного воздуха ($\overline{V}$ *(t)*, л/с). Выполнялся анализ частотных составляющих сигналов *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* методом быстрого преобразования Фурье (БПФ). В результате исследования у четырех студентов было обнаружено совпадение пиковых частот *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)*. Можно предположить, что ЛРС в упражнении «рывок» является критерием качества дыхания. Отсутствие ЛРС у пяти испытуемых указывает на то, что испытуемые решают двигательную задачу за счет силовых качеств, а не за счет техники упражнения и повышения экономичности движений.

Ключевые слова: ГТО, гиревой спорт, упражнение «рывок», локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС), тензоплатформа, спирограф, быстрое преобразование Фурье (БПФ)

LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLING (LRC) IN THE KETTLEBELL SPORT EXERCISE «SNATCH»

Tikhonov V.F.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru

Cyclic motor actions in the «snatch» exercise involve the respiration of a person in a specific process of involuntary cyclic respiratory movements. The aim of the study is to determine the locomotor-respiratory coupling (LRC) in the «snatch» exercise using the frequency components of the subjects' efforts and the frequency components of the respiratory cycles. The study of LRC was carried out in 9 students 19-20 years old for three months during training sessions. Students were selected from among those who have performed the GTO norms in the exercise «snatch of a 16 kg kettlebell» in a golden insignia. The subjects performed the exercise for 60 seconds while standing on the force plate, the spirograph sensor was fixed to the helmet. The quality of the exercise was assessed according to the graphs of the vertical support reaction (*R (t) _vert, N*) and the respiratory air flow rate ($\overline{V}$ *(t)* L/ s). The analysis of the frequency components of the signals *R (t) _vert* and $\overline{V}$ *(t)* was carried out using the fast Fourier transform (FFT) method. As a result of the study, the coincidence of the peak frequencies *R (t) _vert* and $\overline{V}$ *(t)* was found in four students. It can be assumed that LRC in the «snatch» exercise is a criterion for the quality of breathing. The absence of LRC in five subjects shows that the subjects solve the motor task at the expense of strength qualities, and not at the expense of the exercise technique and the increase in the efficiency of movements.

Keywords: GTO, kettlebell sport, exercise «snatch», locomotor respiratory coupling (LRC), force plate, spirometer, Fast Fourier Transform (FFT)

Многократное выполнение циклических упражнений с гирями приводит к устойчивым навыкам и к повышению экономичности двигательных действий [1]. Даже самостоятельно люди могут подготовиться и выполнить норы ГТО в упражнении «рывок гири 16 кг». Однако в целях предупреждения травматизма, улучшения техники упражнения и повышения экономичности двигательных действий, в упражнениях с гирями 24 и 32 кг необходимо освоить некоторые педагогические приемы и методы. Здесь появляются трудности, связанные с многочисленными и иногда противоречивыми подходами в методах тренировки в гиревом спорте [1]. В основном проводимые исследования биомеханики двигательных действий в гиревом спорте относятся к определению взаимосвязи кинематических и динамических показателей, соотнесенных с движением гири [2]. Противоречия возникают вследствие неполноты биомеханических исследований упражнений гиревого спорта, связанных с тем, что внешнее дыхание спортсменов-гиревиков рассматривается вне соотношения с динамикой двигательных действий. В то же время из тренировочной практики известно, что циклические двигательные действия в упражнении «рывок» вовлекают дыхание человека в специфический процесс непроизвольных циклических дыхательных движений.

Не только спортивные упражнения человека, но и поведение животных указывает на тесное локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) при повышенной двигательной активности. Некоторые исследования показывают, что частота дыхания устанавливается независимо от движений конечностей, но в зависимости от задействованной двигательной программы [3]. Проводились также эксперименты, в которых установленные параметры дыхания влияют на ритм бега [4]. Также ученые приходят к выводу, что ЛРС снижает метаболические затраты в лыжных гонках примерно на 4% [5]. Отмечается, что ЛРС увеличивается при повышении частоты движения конечностей [6]. Например, специалисты в области спорта применяют упражнение «рывок», для того чтобы количественно оценить кардиореспираторную потребность, оцениваемую в первую очередь по потреблению кислорода и частоте сердечных сокращений, при выполнении упражнения в соревновательном темпе, и сравнить эту потребность с традиционными тестами на максимальную нагрузку на гребном эргометре [7]. Несмотря на доступность и простоту в выполнении упражнений гиревого спорта, было замечено, что неадекватные интенсивные методы тренировки могут привести к отрицательным последствиям [8]. Для предотвращения перенапряжения физиологических систем организма разрабатываются специальные методы, которые связаны с совершенствованием функции внешнего дыхания. Специалисты и ученые в области спортивной медицины указывают на то, что «упражнения, выполняемые по методике лечебной физической культуры, стимулируют интегральные внесердечные механизмы кровообращения – ритмичное дыхание через нос и синхронизацию фаз дыхания с движениями передней брюшной стенки…» [8, с. 36]. «Для выполнения специальных технических приёмов рывка и удержания гири необходима сформированная система согласованных движений верхних и нижних конечностей, мышц туловища и фаз дыхания, уравновешивающих положение тела спортсмена при сохранении наиболее эффективного аэробного энергообеспечения» [8, с. 39]. Таким образом, ЛРС указывает на совершенствование двигательных действий, на снижение метаболических затрат, а также на повышение эффективности аэробного энергообеспечения.

Целью исследования является определение локомоторно-респираторного сопряжения (ЛРС) в упражнении «рывок», используя частотные составляющие усилий и частотные составляющие дыхательных циклов у испытуемых.

Материалы и методы исследования

Выбор метода исследования основан на следующих биомеханических положениях. Во время упражнения «рывок» различные кинематические звенья тела человека совершают движения с различной частотой и образуют суммарный спектр частотных составляющих вертикальной составляющей реакции опоры *(R(t)_верт, N)*. Также дыхательные движения отражаются в спектре частотных составляющих скорости потока дыхательного воздуха ($\overline{V}$ *(t)*, л/с). Мы выдвигаем предположение, что при ЛРС в упражнении «рывок» частотные составляющие *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* в некоторых диапазонах частот будут совпадать. Исследование ЛРС проводилось у 9 студентов 19–20 лет на протяжении трех месяцев во время учебных занятий. Студенты были отобраны из числа тех, кто выполнил нормы ГТО в упражнении «рывок гири 16 кг» на золотой знак отличия. Испытуемые выполняли упражнение в течение 60 секунд, стоя на тензоплатформе, датчик спирографа был закреплен на шлеме. Сигналы с тензоплатформы и со спирографа принимались универсальным регистратором сигналов, выполненным на базе микропроцессора ATmega328. Для визуального сопоставления отдельных фаз движения испытуемого с характерными зубцами графика *R(t)_верт* была изготовлена видеограмма техники выполнения соревновательного упражнения «рывок» ЗМС Сергея Кириллова (рис. 1).

В соответствии с буквенными обозначениями отдельных фаз движений из рис. 1 были выполнены буквенные обозначения отдельных зубцов на графике *R(t)_верт* (рис. 2). Особенности выполнения упражнения оценивались по графикам вертикальной реакции опоры *R(t)_верт* и скорости потока дыхательного воздуха $\overline{V}$ *(t)*. На графиках ось ординат для значений $\overline{V}$ *(t)* обозначается словом «Поток, л/с». Значения $\overline{V}$ *(t)* на выдохе на графике поднимаются выше оси абсцисс, а на вдохе опускаются ниже этой оси. По значению площади, ограниченной кривой $\overline{V}$ *(t)* и осью абсцисс (определенный интеграл от функции $\overline{V}$ *(t)* в интервале времени единичного вдоха или выдоха), определялись единичные значения дыхательного объема (ДО) на вдохе и на выдохе (рис. 2). На рис. 2, А–В дыхательные объемы на вдохе или на выдохе обозначены как «Интеграл», где произведение л/с*с = л, т.е. равно единице объема. Вычисление значений ДО (рис. 2) и анализ частотных составляющих сигналов *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) (рис. 3) производили с помощью программы Logger Pro 3.

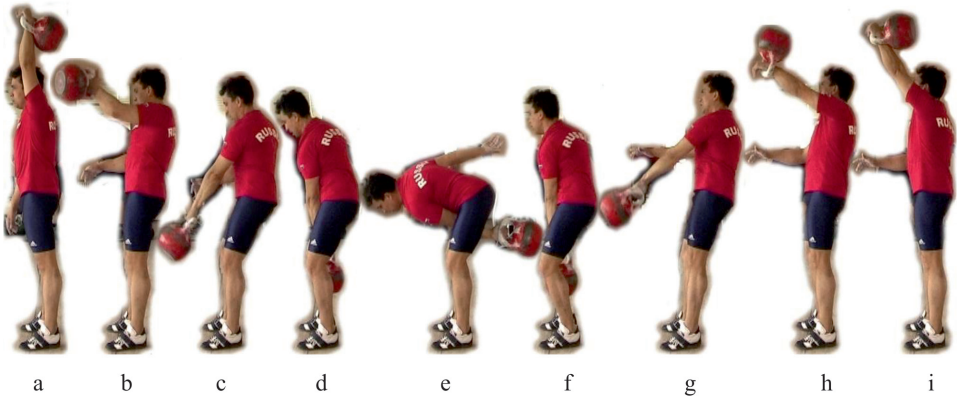


Рис. 1. Техника выполнения соревновательного упражнения «рывок» ЗМС С. Кириллова (по видеосъемкам 2013 г.)

В соответствии с программами обучения бакалавров занятия по дисциплине «Элективные дисциплины (модули) по физической культуре и спорту» проводились один раз в неделю. С испытуемыми было проведено 14 занятий в течение трех месяцев одного семестра. Было проведено 187 измерений показателей *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)*.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе анализа полученных графиков одноцикловое дыхание за один цикл упражнения «рывок» было обнаружено у семи испытуемых (77,8 %), а трехцикловое – у двоих (22,2 %). В конце этапа это соотношение изменилось. Одноцикловое дыхание за один цикл упражнения «рывок» было обнаружено у пяти испытуемых (55,6 %), трехцикловое – у троих (33,3 %) и четырехцикловое – у одного испытуемого (11,1 %). На рис. 2 показаны значения ДО при разных способах дыхания. Темп выполнения упражнения «рывок» выдерживался в пределах 18-20 подъемов/мин.

При одноцикловом дыхании ДО у испытуемых в среднем был равен 1,72 ± 0,22 л (рис. 2, А). Несколько меньшее среднее значение ДО наблюдали при трехцикловом дыхании, от 1,29 ± 0,31 л (рис. 2, Б). Наименьшее значение среднего ДО оказалось при четырехцикловом дыхании, от 0,89 ± 0,27 л (рис. 2, В). Путем умножения средних значений дыхательного объема на количество дыхательных циклов за один цикл упражнения и на 20 подъемов гирь за минуту получим средние значения минутного объема дыхания (МОД) у испытуемых соответственно: одноцикловое – 34,4 ± 2,7 л/мин., трехцикловое – 77,4 ± 5,2 л/мин., четырехцикловое – 71,2 ± 6,3 л/мин. Известно, что должные значения дыхательного объема в покое у мужчин 19–20 лет находятся в пределах 857 ± 89 мл [9]. В нашем примере (рис. 2, А) при одноцикловом дыхании дыхательный объем превышает значение дыхательного объема в покое в два раза. При одноцикловом дыхании наблюдаются шумное дыхание, изменение пигментации кожи лица, незначительное нарушение координации движений во время выполнения упражнения. Причиной такого дыхания может быть недостаточный уровень МОД.

При трех- и четырехцикловом дыхании уровни МОД не имеют достоверного различия, и по этому показателю нельзя определить, который из способов дыхания является более эффективным. Однако при четырехцикловом дыхании ДО у испытуемого близко к значению ДО в покое. В этом случае, на наш взгляд, дыхательные мышцы не испытывают избыточного напряжения, как при одно- или трехцикловом дыхании.

Из графиков $\overline{V}$ *(t)* на рис. 2 видно, что скорость потока дыхательного воздуха нарастает при трех- и четырехцикловом дыхании больше, чем при одноцикловом дыхании. При трех- и четырехцикловом дыхании (рис. 3 Б, В) наблюдается совпадение фаз выдоха с зубцами «d», «f» и «i», а фаз вдоха – с зубцами «c», «e» и «g». Таким образом, движения испытуемого, которые сопровождаются нарастанием усилий, т.е. при *R(t)_верт* выше уровня «a», вызывают выдох. Также и те фазы движения, в которых происходит сброс усилий и снижение *R(t)_верт* ниже уровня «a», вызывают вдох. Следовательно, на основе визуального анализа графиков *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* можно утверждать, что в упражнении «рывок» сами усилия, создающие движение системы «спортсмен – гиря», вызывают дыхательные движения, облегчая условия функции внешнего дыхания.

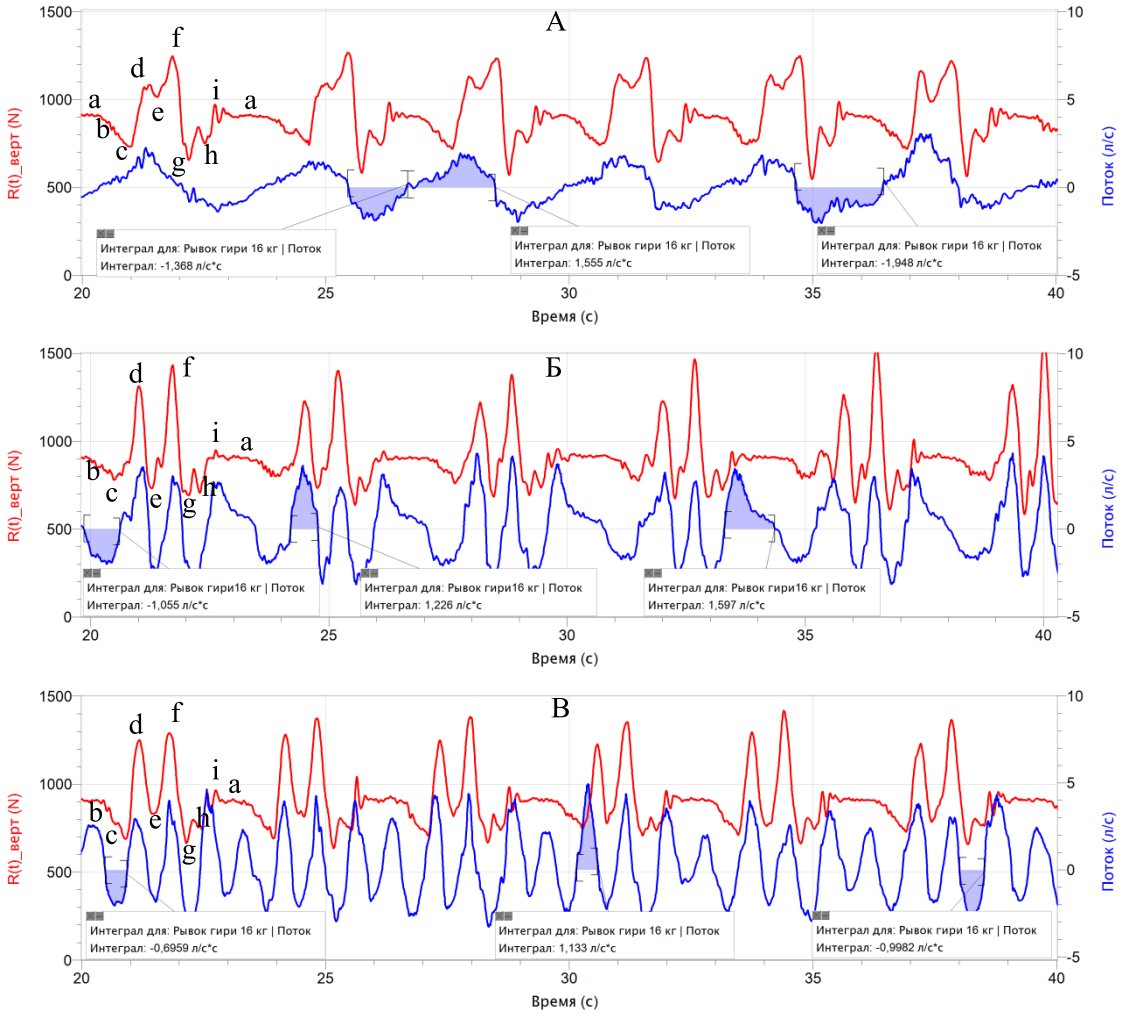


Рис. 2. Одноцикловое дыхание (А), трехцикловое дыхание (Б) и четырехцикловое дыхание (В) в упражнении «рывок гири 16 кг»

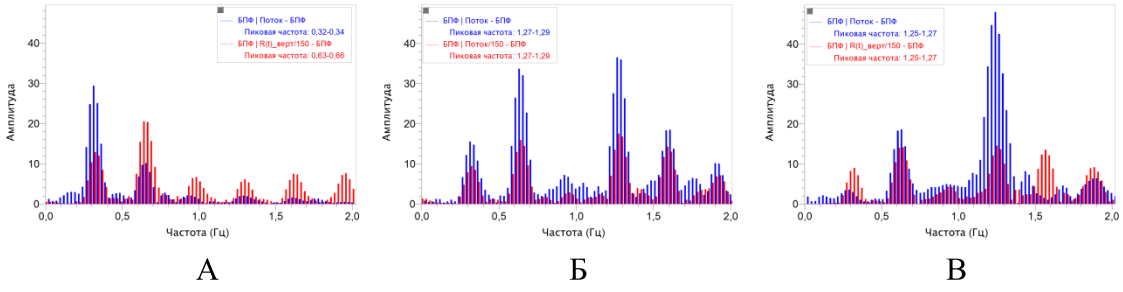


Рис. 3. Пример динамической локомоторно-респираторной сопряженности в упражнении «рывок»: А) 1-цикловое дыхание; Б) 3-цикловое дыхание и В) 4-цикловое дыхание

В предыдущих работах также выдвигалась гипотеза о возникновении механического контура регуляции дыхания под действием ускорения туловища как внешнего возмущающего воздействия [10]. Но для получения более полной картины был проведен анализ частотных составляющих *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)*. На рис. 3 представлены примеры частотного спектра *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* («Поток») при одноцикловом (рис. 3, А), при трехцикловом (рис. 3, Б) и при четырехцикловом (рис. 3, А) дыхании. Следует отметить, что расположение гармоник во всех трех примерах, начиная со второй гармоники,

кратны значению положения первой гармоники: I – 0,32–0,34 Гц; II – 0,63–0,66 Гц; III – 0,95–1,00 Гц; IV – 1,25–1,29 Гц. Первые пики на частоте 0,32–0,34 Гц (первая гармоника) наблюдаются в спектрах частот при любом дыхании (рис. 3, А–В). Произведение этого значения частоты на 60 дает значение частоты движения 19,2–20,4 1/мин., примерно равное числу подъемов гири 19–20 раз за одну минуту. В рамках данной работы мы не ставили задачу определения соответствия каждой гармоники определенным движениям в упражнении «рывок», и здесь не будет описываться значение остальных гармоник. На рис. 3, А при одноцикловом дыхании пиковая частота для $\overline{V}$ *(t)* находится в области 0,32–0,34 Гц, но пиковая частота *R(t)_верт* находится в области второй гармоники 0,63–0,66 Гц. Здесь пиковые частоты *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* не совпадают. В области первой гармоники наблюдается наличие частотных составляющих *R(t)_верт*, однако в этом случае, на наш взгляд, нельзя говорить о захвате дыхательных движений двигательными движениями и о ЛРС. Однако при трех- и четырехцикловом дыхании, как показано на рис. 3, Б и В, пиковые частоты *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* совпадают. Следует отметить, что в области всех гармоник *R(t)_верт* есть частотные составляющие $\overline{V}$ *(t)*. Следовательно, все усилия, которые отражаются в движениях кинематических звеньев, в определенных частотных диапазонах воздействуют на функцию внешнего дыхания в большей или в меньшей степени. Но при четырехцикловом дыхании (рис. 3, В) наблюдается более тесная связь между *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)*. Этот факт позволяет принять сделанное выше предположение о том, что сами усилия, создающие движение системы «спортсмен – гиря», вызывают дыхательные движения на определенных частотах. В результате анализа полученных данных методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) только у 4 студентов (44,4%) было обнаружено совпадение пиковых частот *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)*. Отсутствие ЛРС у 5 испытуемых (55,6%) показывает, что испытуемые решают двигательную задачу за счет силовых качеств, а не за счет техники упражнения и повышения экономичности движений.

Заключение

1. Локомоторно-респираторное сопряжение в упражнении «рывок» выражается в совпадении пиковых частотных составляющих потока дыхательного воздуха с пиковыми частотными составляющими вертикальной реакции опоры.

2. Подтверждается предположение о том, что при ЛРС в упражнении «рывок» частотные составляющие *R(t)_верт* и $\overline{V}$ *(t)* совпадают, означая, что сами усилия, создающие движение системы «спортсмен – гиря», могут вызывать дыхательные движения, облегчая условия функции внешнего дыхания.

3. Степень совпадения частот сигналов является критерием качества дыхания и зависит от степени эффективности и экономичности двигательных действий в упражнении «рывок».

4. Отсутствие локомоторно-респираторной связи у испытуемых указывает на то, что решение двигательной задачи происходит за счет силовых качеств, а не за счет техники упражнения и повышения экономичности движений.

5. При четырехцикловом дыхании значение ДО у испытуемого близко к значению ДО в покое. В этом случае, на наш взгляд, дыхательные мышцы испытывают меньшее напряжение, чем при одно- или трехцикловом дыхании.

Список литературы

1. Ципин Л.Л., Петров В.М. Экономизация движений в гиревом спорте // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Научное обеспечение развития сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере»: в 2-частях. 2017. С. 345–349.

2. Шульгин Г.Е., Фураев А.Н. Взаимосвязи некоторых биомеханических параметров рывка гири // Ученые записки университета Лесгафта. 2018. № 8 (162). С. 217–222.

3. Hérent C., Diem S., Fortin G., Bouvier J. Independent respiratory and locomotor rhythms in running mice. 2020. DOI: 10.1101/2020.08.09.242768.

4. Fei Gu, Jianwei Niu, Sajal K. Das, Zhenxue He, Xin Jin. Detecting breathing frequency and maintaining a proper running rhythm, Pervasive and Mobile Computing. 2017. V. 42. P. 498–512. DOI: 10.1016/j.pmcj.2017.06.015.

5. Kevin Boldt, Anthony Killick, and Walter Herzog. Quadrupedal Locomotion–Respiration Entrainment and Metabolic Economy in Cross-Country Skiers. Journal of Applied Biomechanics. 2016. V. 32: Is. 1. P. 1–6. DOI: 10.1123/jab.2014-0243.

6. Tiller N.B., Price M.J., Campbell I.G. et al. Effect of cadence on locomotor–respiratory coupling during upper-body exercise. Eur. J. Appl. Physiol. 2017. V. 117. P. 279–287. DOI: 10.1007/s00421-016-3517-5.

7. Chan M., Mac Innis M.J., Koch S., Mac Leod K.E., Lohse K.R., Gallo M.E., Sheel A.W., Koehle M.S. Cardiopulmonary Demand of 16-kg Kettlebell Snatches in Simulated Girevoy Sport, Journal of Strength and Conditioning Research. 2020. V. 34 (6). P. 1625–1633. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002588.

8. Гавриш Т.В. Модель оценки комплексной подготовленности и эффективности кардиореспираторной реабилитации спортсменов в гиревом спорте // Вестник Академии энциклопедических наук. 2018. № 4 (33). С. 36–44.

9. Миняев В.И., Маркова К.Б., Миняева А.В. Сравнительная характеристика объемной структуры жизненной емкости легких мужчин и женщин // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2007. № 5. С. 15–21.

10. Тихонов В.Ф. Внешнее дыхание человека как система автоматического управления легочной вентиляцией // Наука и спорт: современные тенденции. 2017. Т. 14. № 1. С. 94–99.

УДК 373.24

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

[1]Ханова Т.Г., [1]Белинова Н.В., [2]Еракова Т.Н., [3]Гичева Н.В.

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, e-mail: tanyaha10@mail.ru;
[2]МБДОУ «Детский сад № 417», Нижний Новгород, e-mail: mdou417@mail.ru;
[3]МБДОУ «Детский сад № 27 «Березка», Кстово, e-mail: natalyagicheva@gmail.com

В статье рассматривается проблема проектирования и реализации достаточно нового направления развития детей дошкольного возраста, еще не выделенного в отдельный содержательный блок, – экономического воспитания и формирования основ финансовой грамотности. Научно-теоретический анализ научных источников позволил авторам обосновать актуальность и значимость экономического воспитания в дошкольном периоде детства, определить сущность базовых понятий «финансовая грамотность» и «экономическое воспитание», показать их специфику применительно к дошкольному возрасту, выделить основные проблемы исследования и их причины, определить педагогические условия успешного развития детей в области экономической культуры. В статье представлены результаты проведенного авторами исследования детей 6–7 лет, включающего три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный. При разработке программы формирующего этапа авторы, опираясь на содержание образовательных программ экономической направленности, предложили четыре основных содержательных модуля, доступных пониманию дошкольников: потребности; ресурсы; деньги, стоимость, реклама; труд, продукт. Реализация содержания осуществлялась путем применения комплекса методов: наблюдений, экскурсий, бесед, игр, чтения художественной литературы и др. По итогам проведенного исследования авторы пришли к выводу, что экономическое воспитание дошкольников следует осуществлять в контексте реализации задач нравственно-трудового воспитания. Его результативность обусловлена рядом педагогических условий, среди которых построение оптимальной предметно-пространственной среды и ее насыщение игровым и дидактическим материалом соответствующей направленности, организация содержательного взаимодействия педагогов с семьями воспитанников, применение игровых технологий в реализации экономического содержания, интеграция экономического воспитания с другими содержательными направлениями, прежде всего с математическим развитием дошкольников, ознакомлением с профессиями и трудом взрослых, совершенствование профессиональной компетентности педагогов в области экономического воспитания.

Ключевые слова: дошкольный возраст, дошкольная организация, экономическое воспитание, финансовая грамотность, педагогические условия, образовательный процесс, предметно-пространственная среда

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR DESIGNING AND IMPLEMENTATION OF ECONOMIC EDUCATION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE

[1]Khanova T.G., [2]Belinova N.V., [2]Erakova T.N., [3]Gicheva N.V.

[1]Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, e-mail: tanyaha10@mail.ru;
[2]Kindergarten № 417, Nizhny Novgorod, e-mail: mdou417@mail.ru;
[3]Kindergarten № 27 «Berezka», Kstovo, e-mail: natalyagicheva@gmail.com

The article discusses the problem of designing and implementing a fairly new direction in the development of preschool children, which has not yet been separated into a separate substantive block – economic education and the formation of the foundations of financial literacy. The scientific and theoretical analysis of scientific sources allowed the authors to substantiate the relevance and importance of economic education in the preschool period of childhood, to determine the essence of the basic concepts of «financial literacy» and «economic education», to show their specificity in relation to preschool age, to highlight the main research problems and their causes, to determine pedagogical conditions for the successful development of children in the field of economic culture. The article presents the results of the study of children 6-7 years old, carried out by the authors, which includes three stages: ascertaining, formative and control. When developing the program of the formative stage, the authors, relying on the content of educational programs of an economic orientation, proposed four main content modules that are understandable for preschoolers: needs; resources; money, cost, advertising; labor, product. The implementation of the content was carried out through the use of a set of methods: observations, excursions, conversations, games, reading fiction, etc. Based on the results of the study, the authors came to the conclusion that the economic education of preschoolers should be carried out in the context of the implementation of the tasks of moral and labor education. Its effectiveness is due to a number of pedagogical conditions, including the construction of an optimal subject-spatial environment and its saturation with game and didactic material of the corresponding orientation, the organization of meaningful interaction of teachers with the families of pupils, the use of game technologies in the implementation of economic content, the integration of economic education with other meaningful areas, before in total, with the mathematical development of preschoolers, familiarization with the professions and work of adults, improving the professional competence of teachers in the field of economic education.

Keywords: preschool age, preschool organization, economic education, financial literacy, pedagogical conditions, educational process, subject-spatial environment

С каждым годом экономическое развитие страны набирает новые обороты, создаются новые концепции экономического развития страны, обеспечения экономического благополучия населения. На фоне интенсивного общественно-экономического развития возрастает роль экономического воспитания детей. В школах уже давно введен предмет «Экономика», в рамках которого школьников знакомят с экономическими понятиями, об экономическом воспитании дошкольников начали вести речь сравнительно недавно. Любой человек, для того чтобы чувствовать себя уверенно в процессе жизнедеятельности, должен обладать как минимум базовой экономической грамотностью, от которой будет в значительной степени зависеть его успех в жизни. К тому же в последнее время в обществе явно прослеживается тенденция к изменению экономических приоритетов: для личности слишком значимыми становятся финансовые блага, наблюдается утеря моральных ценностей, происходит «финансовое разделение» населения. Ориентация образования на социальный заказ обусловила возникновение нового направления – экономического воспитания дошкольников, тесно связанного с нравственно-трудовым воспитанием, работой по ознакомлению детей с трудом и миром профессий взрослых.

Анализ научно-педагогической литературы показывает, что проблемы экономического воспитания дошкольников решаются преимущественно в рамках нравственно-трудового воспитания (Н.М. Крылова, А.Е. Образцова, Д.В. Сергеева, Р.С. Буре, Л.А. Порембская, В.Г. Нечаева, Я.З. Неверович и др.) или познавательного развития (И.А. Сасова, Л.Н. Галкина, А.Д. Шатова, А.А. Смоленцева и др.) [1–4]. Действительно, понятие «экономическое воспитание» не совсем применимо к дошкольной организации в его традиционном смысле в силу возрастных особенностей детей дошкольного возраста. Так, И.А. Сасова считает, что в старшем дошкольном возрасте возможно лишь формирование предпосылок экономического воспитания [1]. Исследование, проведенное А.Д. Шатовой, показывает, что дошкольники 6–7 лет способны соотнести экономические понятия с конкретными жизненными ситуациями [3].

Таким образом, значимость экономического воспитания в дошкольном возрасте обусловлена рядом факторов, среди которых стоит выделить: 1) раннее вовлечение детей в финансовые отношения; 2) существенные перемены в системе образования (модернизация, информатизация); 3) поляризация детского сообщества по имущественному показателю, маркетизация детства (Е.О. Смирнова); 4) неготовность детей к самостоятельному разрешению проблемных ситуаций, связанных с товарно-денежными отношениями [5].

Изучением содержания понятия «экономическое воспитание» в дошкольной педагогике занимались И.А. Сасова, Л.Н. Галкина, А.Д. Шатова, А.А. Смоленцева, Е.А. Курак и др., которые убеждены, что необходимо вырабатывать у детей современный образ мышления в соответствии с требованиями времени и социума [1–4; 6]. Последние исследования ученых доказали, что сегодняшние дети не только владеют некоторыми экономическими представлениями, но и способны ориентироваться в финансово-экономических и профессионально-трудовых отношениях, что свидетельствует об ускорении темпов экономической социализации подрастающего поколения. С одной стороны, доказана актуальность и значимость раннего экономического образования детей, с другой стороны, в практике эта работа не реализуется или реализуется недостаточно.

Цель исследования – изучение педагогических условий, обеспечивающих эффективность экономического воспитания старших дошкольников (6–7 лет).

Материалы и методы исследования

Экспериментальная работа проводилась в МБДОУ «Детский сад № 417» г. Нижнего Новгорода и МБДОУ «Детский сад № 27 «Березка» г. Кстова Нижегородской области. В исследовании принимали участие две группы детей в возрасте 6–7 лет, составившие экспериментальную и контрольную группы. В исследовании применялись методы: анализ, систематизация и обобщение научной литературы, наблюдение, педагогический эксперимент, беседа с детьми и родителями, анкетирование родителей.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе изучения ряда исследований определим сущность понятия «экономическое воспитание» применительно к детям дошкольного возраста. Под ним следует понимать целенаправленный процесс взаимодействия субъектов образовательного процесса, направленный на формирование элементарных экономических понятий, правильного отношения к материальным и духовным ценностям, воспитание социально-нравственных качеств личности. С целью экономического воспитания детей сегодня активно внедряются в практику курсы элементарной финансовой грамотности

для дошкольников. Экономическое воспитание и формирование финансовой грамотности – не тождественные понятия и разные по содержанию образовательные аспекты. М.Ю. Шевяков считает, что финансовая грамотность – это «способность использовать знания и навыки управления личными финансовыми ресурсами для обеспечения собственного благосостояния и финансовой безопасности» [7, с. 30]. Формируя у дошкольников основы финансовой грамотности, необходимо показать им на доступных примерах причинно-следственные связи между трудом, заработком, расходами и сбережениями, что будет способствовать пониманию ценности денег, умению принимать взвешенные финансовые решения [8].

Итак, экономическое воспитание дошкольников – более широкое понятие, частью которого является формирование основ финансовой грамотности. Рядом исследований доказано, что работу по экономическому воспитанию детей необходимо начинать с дошкольного возраста, поскольку любознательность и высокая восприимчивость детей станут основой развития экономического мышления, освоения элементарных финансово-экономических понятий, необходимых для социально-бытового ориентирования в современных экономических отношениях. Это позволит заложить фундамент для дальнейшего изучения экономики в школе, формирования мотивов финансового поведения.

Проектирование и успешная реализация экономического воспитания детей дошкольного возраста предполагает учет комплекса педагогических условий, одним из которых является организация соответствующей предметно-пространственной среды. Отметим, поскольку данное направление работы является новым и необязательным, то планомерная работа по экономическому воспитанию в большинстве детских садов не проводится, соответственно, в предметной среде не выделяется центр экономического воспитания, нет специальных игровых и дидактических материалов. Еще одной проблемой, на наш взгляд, является отсутствие в дошкольных учреждениях методической литературы, материалов и пособий по данному направлению, следовательно, у педагогов нет возможности познакомиться с содержанием и технологиями реализации экономического воспитания детей, повысить свою профессиональную компетентность в данной области [9; 10].

Существенным условием эффективности экономического воспитания детей является применение игровых технологий, как наиболее соответствующих интересам дошкольников [11]. В авторской программе А.Д. Шатовой «Дошкольник и экономика» представлен комплекс игр, направленных на экономическое воспитание детей: «Банк», «Кафе», «Супермаркет», «Путешествие», «Аукцион», в которых моделируются реальные жизненные ситуации [3]. Настольно-печатные игры, по мнению А.Д. Шатовой, помогают детям усваивать экономические понятия. Например, игра «Монополия» помогает сформировать представления о товарно-денежных отношениях, знакомит детей с номиналом денег. А.А. Смоленцевой разработана серия сюжетно-дидактических игр экономической направленности [4].

Важным условием является взаимодействие педагогов с родителями воспитанников, поскольку экономическая безграмотность родителей напрямую влияет на воспитание детей. Обстановка в семье, ее быт и традиции, отношение к деньгам показывают наглядный пример ребенку, закладывают основы личностных качеств [12]. Важно отметить, что родительский пример отношения к деньгам, материальным ценностям, планированию бюджета является образцом экономического поведения для детей, ведь именно в семье дошкольник впервые сталкивается с товарно-денежными отношениями, учится распоряжаться своими сбережениями, осваивает экономическую сторону жизни взрослых, знакомится с миром профессий родителей, приобретает личный экономический опыт, ценностное отношение к труду взрослых, задумывается о профессиональном самоопределении [13]. Единство подходов семьи и детского сада обеспечивает успешность данной работы; приобретенный в семье экономический опыт дополняется, обогащается и обобщается педагогом, в результате формируются устойчивые социальные навыки. Педагоги должны оказывать помощь родителям во всех направлениях воспитательно-образовательной деятельности, в том числе и экономическом. Но, так как зачастую педагогами не уделяется должного внимания этому направлению развития детей, работа с родителями также не проводится.

Многие исследователи говорят об интеграции экономического воспитания и работы по формированию элементарных математических представлений. Действительно, формируя элементарные математические представления, мы закладываем предпосылки экономического мышления. Дети знакомятся с цифрами, овладевают элементарными математическими операциями, решают логические и арифметические задачи, учатся измерять и взвешивать.

Проанализировав основные проблемы работы дошкольных организаций, можно сделать вывод, что педагогам и руководителям следует обратить пристальное внимание на экономическое воспитание детей. Для его реализации следует вводить в образовательный процесс программы по экономическому воспитанию дошкольников. Например, программа А.А. Смоленцевой «Введение в мир экономики, или как мы играем в экономику» нацелена на формирование основ экономической грамотности дошкольников через обогащение различных видов детской деятельности экономическим содержанием [4]. Представленные автором методические разработки способствуют обогащению личного опыта воспитанников различными впечатлениями, развивают мышление и формируют первичные понятия о бизнесе через серию сюжетно-дидактических игр экономической направленности, экономические сказки, фольклор, проблемные ситуации и т.д. Парциальная образовательная программа «Азы финансовой культуры для дошкольников» Л.В. Стахович, Е.В. Семенковой, Л.Ю. Рыжановской [14] разработана с целью формирования основ финансовой культуры детей 5–7 лет, воспитания «здорового отношения к деньгам, совершенствования общения со взрослыми и сверстниками при реализации интереса к материальным ценностям» [14, с. 24].

Наше экспериментальное исследование включало три этапа:

1) констатирующий эксперимент: выявление уровня экономического развития воспитанников и степени участия родителей в данной работе;

2) формирующий эксперимент: разработка и реализация проекта образовательной работы по экономическому воспитанию дошкольников экспериментальной группы;

3) контрольный эксперимент: сравнительный анализ полученных результатов.

Целью констатирующего эксперимента было первичное обследование уровня экономического развития детей 6–7 лет. Обследование испытуемых проводилось по трем блокам диагностических заданий (методика А.Д. Шатовой и Е.А. Курак): 1) потребности человека; 2) природные и капитальные ресурсы; 3) деньги, рынок, стоимость, реклама [3; 6].

По результатам выполнения диагностических заданий у 16% детей выявлен высокий уровень: дети ориентируются в основных экономических понятиях, применяют имеющиеся знания в решении проблемных ситуаций. У 47% испытуемых выявлен средний уровень: дети имеют представления об основных потребностях и ресурсах, но затрудняются применять знания в практической ситуации, не проявляют интереса. 37% детей показали низкий уровень: не смогли выполнить задания, не имеют элементарных экономических знаний. Общий анализ результатов показал преобладание среднего и низкого уровня сформированности экономической культуры и необходимость дальнейшей работы с детьми.

Содержание формирующего этапа исследования по модулям: 1) потребности; 2) ресурсы; 3) деньги, стоимость, реклама; 4) труд, продукт – было реализовано путем комплексного применения игр, бесед, наблюдений, экскурсий, проблемных ситуаций, чтения художественной литературы и др. В ходе работы мы решали задачи воспитания у детей нравственных качеств: бережливости, экономности, отзывчивости, интереса и уважения к труду взрослых, трудолюбия и ответственности. В процессе экспериментальной работы обогащалась предметно-пространственная среда группы: дидактические пособия и игры по экономическому воспитанию, настольно-печатные игры. Совместно с детьми и родителями создавались атрибуты для сюжетно-ролевых игр экономической тематики.

Одна из задач экономического воспитания – знакомство с трудом взрослых, эффективным методом ее решения, по нашему мнению, является наблюдение, поэтому широко использовались экскурсии внутри детского сада, в ходе которых дети приобретают наглядные и достоверные представления о труде взрослых в детском саду (кухня, медицинский кабинет, прачечная), о профессиях, их социальной значимости. Расширение представлений детей осуществлялось в ходе демонстрации презентаций, видеороликов, диафильмов, например, при ознакомлении с профессиями, реальное наблюдение за которыми невозможно (инженер, автомеханик, каменщик и др.). С помощью наглядных пособий дети закрепляли представления об этапах труда взрослых, применяемых орудиях и технологиях.

Большое влияние на формирование экономических качеств личности, основ экономического мышления оказывают беседы, рассказы детей, педагогов и родителей. В рамках формирующего этапа исследования были проведены беседы на темы «Какие бывают потребности?», «Откуда берутся деньги?», «Что такое бюджет семьи?», «Профессии родителей» с включением пословиц и поговорок о трудолюбии и лени, жадности и щедрости, честности и лживости. Рассказы детей о своем опыте, например, походе в магазин, самостоятельных по-

купках, профессиональном труде родителей вызывают интерес у сверстников, обогащают их экономические представления.

Чтение художественной литературы, особенно сказок, оказывает огромное влияние на развитие личности ребенка. Воспринимая и анализируя события, дети вычленяют главное, осознают положительные/отрицательные качества персонажей. Использование сказок с экономическим содержанием позволяет знакомить детей с потребностями и средствами их реализации, с трудом людей, традициями и способами ведения домашнего хозяйства, понятиями «доходы», «расходы» и т.д. С помощью сказки можно ставить перед детьми проблемные ситуации, подводя их к поиску рационального способа решения проблемы.

Формирование предпосылок экономического мышления успешно осуществляется с помощью игровых методов, особенно дидактических и сюжетно-дидактических игр и ситуаций «Мой дом», «Мир профессий», «Доходы и расходы», «Банк» и др. В процессе дидактической игры дошкольники закрепляют знания о сферах экономической жизни. В сюжетно-ролевой игре дошкольники проживают те события, которые для них еще недоступны в реальной жизни, но очень привлекательны, познают смысл финансовых операций, таких как «купля-продажа», «изготовление и сбыт готовой продукции», «оказание услуг» [11].

Изучаемые с детьми модули обсуждались с родителями, в родительском уголке размещалась соответствующая информация, предлагалась литература для чтения дома. В рамках исследовательской работы был проведен ряд консультаций для родителей, на которых рассказывалось, как знакомить детей с понятиями деньги, доходы, бюджет семьи и др.

Проведенный контрольный этап исследования показал положительную динамику в освоении детьми основ экономической грамотности. Так, в экспериментальной группе преобладают дети с высоким уровнем экономического развития (76%), в контрольной группе подавляющее большинство (69%) оказались на среднем уровне.

Заключение

Результативность экономического воспитания в дошкольном возрасте обусловлена рядом педагогических условий: создание экономически целесообразной предметно-пространственной среды; привлечение родителей к экономическому воспитанию; применение разных видов игр с экономическим содержанием; интеграция экономического воспитания с другими направлениями (математическим развитием дошкольников, ознакомлением с профессиями и трудом взрослых); повышение профессиональной компетентности педагогов в области экономического воспитания и финансовой грамотности.

Список литературы

1. Сасова И.А. Как изучать дошкольникам экономику? // Детский сад от А до Я. 2013. № 1. С. 12–14.

2. Галкина Л.Н. Развитие экономических способностей у детей старшего дошкольного возраста // Одаренный ребенок. 2010. № 4. С. 42.

3. Шатова А.Д. Экономическое воспитание дошкольников. М.: Педагогическое общество России, 2005. 256 с.

4. Смоленцева А.А. Введение в мир экономики, или Как мы играем в экономику: учебно-методическое пособие. СПб.: «Детство-пресс», 2011. 176 с.

5. Ханова Т.Г., Прокофьева Н.М. Экономическое воспитание в дошкольном возрасте // Государственный советник. 2018. № 1 (21). С. 25–31.

6. Курак Е.А. Экономическое воспитание дошкольников. М.: ТЦ Сфера, 2002. 180 с.

7. Шевяков М.Ю., Евсеева Н. Перспективы изменения финансового поведения в результате повышения уровня финансовой грамотности // Бюджет и финансы: финансовая грамотность. 2011. № 1. С. 30–35.

8. Бичева И.Б., Николаева Л.Ю., Степаненкова А.В. Особенности формирования финансовой грамотности у детей старшего дошкольного возраста // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 64–4. С. 24–27.

9. Бичева И.Б., Николаева Л.Ю. Проектирование профессионально-методической подготовки педагогов к реализации задач экономического дошкольного образования // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2020. № 2 (34). С. 227–239.

10. Бичева И.Б., Казначеева С.Н. Развитие правовой компетенции педагога дошкольного образования // Вестник Мининского университета. 2020. Т. 8. № 4. [Электронный ресурс]. URL: https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1144 (дата обращения: 03.04.2021).

11. Ханова Т.Г., Еракова Т.Н. Экономическое воспитание дошкольников в процессе игровой деятельности // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68–4. С. 250–253.

12. Бурина Е.А., Кудинова А.Е. Особенности современной российской семьи в условиях социально-исторических изменений института родительства // Вестник Мининского университета. 2020. Т. 8. № 1. С. 6. [Электронный ресурс]. URL: https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1062 (дата обращения: 03.04.2021).

13. Кузнецова Г.Н. Ранняя профориентация в дошкольном образовании: сущностные характеристики // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: www.science-education.ru/ru/article/view?id=28683 (дата обращения: 05.04.2021).

14. Стахович Л.В., Семенкова Е.В., Рыжановская Л.Ю. Образовательная программа «Азы финансовой культуры для дошкольников». М.: ВИТА-ПРЕСС, 2019. 32 с.

УДК 378.1

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОМПОНЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Шорина Т.В.

ФГАОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, e-mail: shorina.t.v@mail.ru

Статья посвящена вопросам разработки педагогической технологии визуализации учебной информации высшего образования. На основе анализа литературы в статье определяются значимые аспекты визуализации учебной информации, выделяется состав и структура компонентов педагогической технологии визуализации учебной информации, раскрывается их взаимосвязь в учебном процессе высшего образования. Педагогическая технология визуализации учебной информации высшего образования базируется на традиционном в педагогике понятии наглядности, однако эффективность визуализации достигается интеграцией различных приемов отображения визуальной информации научной, учебной и профессиональной сфер деятельности. Учет специфичных особенностей визуализации учебной информации при реализации педагогической технологии осуществляется уже на этапе целеполагания, находя свое отражение в совокупной цели подготовки специалиста с опорой на научно-фундаментальный и прикладной характер отображения учебной информации высшего образования. Реализация педагогической технологии визуализации учебной информации осуществляется согласно уровневой структуре (учебного занятия, учебного предмета, процесса обучения), на каждом ее этапе раскрывая особенности работы с учебной информацией. В заключение приводится экспериментальная апробация педагогической технологии визуализации в учебном процессе высшего образования, приводятся результаты формируемого опыта деятельности.

Ключевые слова: учебная информация, принцип наглядности, визуальная информация, визуализация учебной информации, педагогическая технология, информационные образовательные ресурсы, высшее образование

INTERRELATION OF COMPONENTS OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY OF VISUALIZATION OF EDUCATIONAL INFORMATION IN HIGHER EDUCATION

Shorina T.V.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, e-mail: shorina.t.v@mail.ru

This article is devoted to the development of pedagogical technology for visualization of educational information in higher education. Based on the analysis of the literature in the article, significant aspects of the visualization of educational information are determined, the composition and structure of the components of the pedagogical technology of visualization of educational information is highlighted, and their relationship in the educational process of higher education is revealed. The pedagogical technology of visualization of educational information of higher education is based on the concept of visibility, which is traditional in pedagogy, however, the effectiveness of visualization is achieved by the integration of various methods of displaying visual information of scientific, educational and professional fields of activity. Taking into account the specific features of the visualization of educational information in the implementation of pedagogical technology is carried out already at the stage of goal-setting, which is reflected in the overall goal of training a specialist based on the scientific, fundamental and applied nature of displaying educational information of higher education. The implementation of the pedagogical technology of visualization of educational information is carried out in accordance with the level structure (training session, subject, learning process), revealing the features of working with educational information at each stage. In conclusion, the experimental testing of the pedagogical visualization technology in the educational process of higher education is given, the results of the formed activity experience are given.

Keywords: educational information, principle of visibility, visual information, visualization of educational information, pedagogical technology, information educational resources, higher education

Основополагающей задачей высшего образования в настоящее время является модернизация процессов, связанных с учебной деятельностью. Использование технологий в образовании гарантирует успех педагогических действий и позволяет достичь точного воспроизведения результатов обучения [1]. Кроме того, в свете требований федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) высшего образования, значимая роль отводится формированию опыта работы с учебной и профессионально-ориентированной информацией. В учебной деятельности все более востребованы педагогические технологии, по-новому раскрывающие возможности традиционного принципа наглядности, в контексте активного использования в обучении информационных образовательных ресурсов.

Актуальность разработки педагогической технологии визуализации нашла свое подтверждение в свете событий последних месяцев, когда образовательные организации в России и за рубежом вынуждены были перейти на дистанционные формы обучения. В связи с этим оказались востребованы инновационные инструменты, позво-

ляющие адекватно отразить современное научное и прикладное знание, чтобы в указанных условиях сформировать требуемые общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Педагогическая технология визуализации может выступать одним из эффективных инструментов учебной деятельности, который позволяет достичь требуемого уровня компетентности выпускников высшего образования.

Поиск путей совершенствования образовательного процесса, соответствие высшего образования требованиям ФГОС [2], формирование в учебном процессе продуктивного опыта работы с профессионально-ориентированной информацией ведет к поиску педагогических технологий, ориентированных на качество учебной информации [3, 4]. Эффективность визуализации в данных технологиях достигается интеграцией различных приемов отображения визуальной информации научной, учебной и профессиональной сфер деятельности. Целесообразное сочетание упомянутых приемов визуализации, их адекватное отображение в используемых для обучения ресурсах позволяет успешно формировать компетенции будущего специалиста, основанные на переработке учебной и профессионально-ориентированной информации.

В литературе педагогическая технология трактуется как совокупность взаимосвязанных компонентов, которые описывают учебный процесс и позволяют при заданных условиях добиваться намеченных результатов [3]. Таким образом, в данной работе требуется найти ответ на вопрос: какие компоненты педагогической технологии визуализации значимы и как необходимо организовать учебный процесс, чтобы освоение учебной информации соответствовало требованиям ФГОС высшего образования.

Цель данного исследования можно сформулировать следующим образом: выявить взаимосвязь компонентов педагогической технологии визуализации учебной информации.

В соответствии с целью исследования обозначим задачи исследования:

– проанализируем педагогическую литературу, связанную с визуальным отображением учебной информации;

– выделим компоненты педагогической технологии визуализации учебной информации;

– раскроем их взаимосвязь в рамках педагогического эксперимента.

Решение первой поставленной задачи проведем на основе анализа педагогической литературы и раскроем родственные понятия: информация, визуализация учебной информации, педагогическая технология визуализации учебной информации и др. Понятие «информация» на философском уровне зародилось еще в античные времена. Однако на современном этапе понятие информация рассматривается уже с позиции общей теории информации. В высшем образовании употребление этого термина связывается с передачей научного знания и опыта профессиональной деятельности.

Сегодня уже недостаточным становится умение получать и перерабатывать учебную информацию, от выпускника учреждения высшего образования требуется продуцировать профессионально значимую информацию иного качества на основе имеющейся, в том числе визуальной информации. Например, видеоряд сопровождения [5] по представлению и защите определенного научного или профессионального проекта.

В общем понимании, визуализация – это представление информации в виде изображения (фотографического, схематического, формульного и т.д.) [3]. Наскальные изображения в какой-то мере служат простейшим примером визуализации. В современном обществе эффективность визуализации связывают с профессиональным контекстом информации (например, визуализация погодных явлений, печать 3D моделей, магниторезонансная томография и т.д.).

На основе проведенного анализа литературы установлено, что основания визуализации лежат в детально проработанном понятии «наглядность». Согласно Я.А. Коменскому [6] процесс обучения – это «целенаправленное наблюдение, воспринимаемое нашими органами чувств». Однако в настоящее время недостаточно просто рассматривать информацию как источник знаний, требуется учитывать особенности ее отображения в выбранной сфере деятельности, а также профессионально значимые способы работы с ней. Так, инновационные возможности средств обработки информации актуализируют поиск адекватных приемов визуализации в используемых для обучения информационных ресурсах высшего образования.

Анализ литературы в рамках данного исследования позволил установить, что визуализация информации – это процесс преобразования и структурирования сложных видов информации в визуально понятную форму [3]. Наиболее интересным представляется следующее определение «визуализации» – это «способ получения и переработки знания (факта, события и др.) на основе зрительной информации и имеющий при этом определенную струк-

туру» [7]. Однако требуется его дополнить исходя из иных аспектов визуального отображения информации.

В известных педагогических трудах встречается термин визуализация рассматриваемый с позиции разработки теории схем (Р.С. Андерсон, Ф.Ч. Бартлетт и др.), фреймов (М. Минский, Ч. Фолкер и др.) [6] и трактуется как вынесение из внутреннего плана образов, которые определяются через ассоциативную проекцию.

Ф.Ч. Бартлетт [8] считает, что человек воспроизводит из памяти сжатый вариант полученной ранее информации, которая имеет при этом первоначальную структуру.

Под визуализацией А.А. Вербицкий [9] понимает «свертывание мыслительных содержаний в наглядный образ, который может быть развернут и служить опорой адекватных мыслительных и практических действий».

Таким образом, на основе анализа литературы установлено, что основания визуализации лежат в традиционном понятии «наглядность». В работе выделены значимые аспекты наглядности [3]:

а) разнообразие в подаче визуальной учебной информации изобразительными средствами (фотографическими, схематическими, формульными, видеоизображениями и т.д.);

б) структурирование учебной информации наглядно-образными и логико-символическими моделями;

в) отображение визуальной учебной информации профессионально значимыми инструментами выбранной сферы деятельности.

В рамках решения второй задачи выделим значимые компоненты педагогической технологии визуализации учебной информации. Поскольку педагогическая технология включает определенный набор компонентов, в данной части исследования требуется выяснить состав и структуру компонентов педагогической технологии визуализации [3]. В своих работах Г.К. Селевко [6] представил концепцию педагогической технологии, состоящей из компонентов: научного, формально-описательного и процессуально-действенного. Далее, раскроем обозначенные выше компоненты.

Научный компонент педагогической технологии визуализации раскроем, опираясь на системный подход. Говоря «о педагогической системе», В.П. Беспалько [10] рассматривает определенную совокупность взаимосвязанных средств, методов и процессов, необходимых для создания организованного, целенаправленного и преднамеренного педагогического влияния на формирование личности с заданными качествами.

Таким образом, учебный процесс, реализуемый на базе педагогической технологии, является целенаправленной деятельностью. В данной деятельности обучение осуществляется на основе совокупных образовательных, воспитательных и развивающих целей. В высшем образовании, кроме обозначенных выше целей обучения, существенное значение уделяется формированию профессионально значимого опыта. Откуда следует, что для усвоения учебной информации на уровне не ниже ФГОС [2] необходимо отражение в совокупных целях подготовки специалиста специфики выбранной сферы деятельности.

На следующем этапе рассмотрим, какая именно информация служит источником содержания образования и каким образом данная информация должна быть отражена современными средствами обучения [11], в том числе информационными образовательными ресурсами.

В культурологической концепции (В.В. Краевского, И.Я. Лернера, М.Н. Скаткина) [12] источником содержания образования является педагогически адаптированный социальный опыт человечества. В.В. Краевский [12], рассматривая его с позиций системного анализа, выделил уровни формирования: общее теоретическое представление, учебный предмет, учебный материал, процесс обучения, структура личности. Первые три уровня отражают содержание образования, которое лежит в основе визуализации учебной информации. Процесс обучения раскрывает взаимодействие субъектов образовательной деятельности и взаимодействие субъектов с объектом образовательной деятельности (информационным образовательным ресурсом). Структура личности – последний уровень, который является результатом обучения и проявляется сформированными компетенциями согласно требованиям ФГОС высшего образования.

Опираясь на исследования В.В. Краевского, С.А. Смирнов [12] предложил классифицировать средства обучения на трех уровнях: 1) учебного занятия; 2) учебного предмета; 3) всего процесса обучения [3]. Данная классификация легла в основу разработки структуры педагогической технологии визуализации учебной информации высшего образования.

Таким образом, в настоящем исследовании выделены ведущие идеи разработки педагогической технологии визуализации учебной информации: а) обучение – целенаправленный процесс, который регулируется совокупными целями подготовки специалиста, владеющего как научно-фун-

даментальными знаниями, так и опытом прикладной деятельности; б) визуализация учебной информации отражает проектируемое содержание образования соответственно уровневой структуре (учебного занятия, учебного предмета и процесса обучения); в) на каждом уровне реализации педагогической технологии определяется взаимосвязь средств обучения, что позволяет осуществить целенаправленное формирование соответствующего данному уровню знания и опыта деятельности.

Опираясь на все изложенное выше, выделим следующие значимые для данного исследования концептуальные идеи разработки педагогической технологии визуализации учебной информации:

1. Системообразующим фактором визуализации выступают совокупные цели (научно-фундаментальные и прикладные) подготовки специалиста соответственно требованиям ФГОС высшего образования.

2. Педагогическая технология визуализации учебной информации реализуется на базе уровневой структуры: 1) учебного занятия; 2) учебного предмета; 3) процесса обучения, достигая на каждом этапе своей реализации формирование соответствующего уровню опыта деятельности.

3. Педагогическая технология визуализации учебной информации базируется на традиционном принципе наглядности (разнообразие в подаче и структурировании учебной информации) и реализуется с учетом достижений современных технологий в области работы с информацией (которые выделяются на основе ведущих для профессии инструментов и результатов труда [13]).

При решении третьей поставленной задачи раскроем взаимосвязь выделенных ранее компонентов педагогической технологии визуализации учебной информации в рамках педагогического эксперимента. Эксперимент проводился в контрольной и экспериментальной группах.

Экспериментальная реализация педагогической технологии визуализации учебной информации проводилась на материале информационно-ориентированных дисциплин [14]. Критерии формирования опыта работы с визуальной учебной информацией (выделение ведущих идей в массиве информации, структурирование информации и последующее ее отображение в визуальном виде) выделены на основе метода экспертных оценок В.С. Черепанова [15]. Показатели формирования опыта работы с визуальной учебной информацией определены на основе «генетической структуры мастерства человека» В.П. Беспалько (низкий, ниже среднего, средний, высокий) [10] и дополнены на каждом уровне реализации педагогической технологии визуализации качественными характеристиками освоения учебной информации, который фиксировался путем формирования соответствующего опыта деятельности.

На уровне учебного занятия педагогическая технология визуализации осуществляется на основе работы с законченным фрагментом учебной информации отдельного учебного занятия. Констатация формирования опыта работы с учебной информацией на уровне учебного занятия осуществлялась за счет выделения основных идей в законченном фрагменте учебной информации, структурирования учебной информации с последующим ее отображением в виде опорного конспекта.

На уровне учебного предмета педагогическая технология визуализации осуществляется на основе работы с учебной информацией отдельного учебного предмета. Констатация формирования опыта работы с учебной информацией на уровне учебного предмета осуществляется по прошествии изучения основных тем курса. Студентам было дано задание обобщить полученный ранее опыт и на его основе предложить свое профессионально значимое решение с последующим его оформлением в виде проекта.

На уровне процесса обучения педагогическая технология визуализации осуществляется на основе работы с учебной информацией смежных дисциплин. Констатация формирования опыта работы на уровне процесса обучения осуществляется за основе работы с информацией двух дисциплин, в которых учебная информация отличается иным визуальным решением, но обладает схожим инструментарием для работы. В процессе эксперимента необходимо самостоятельно освоить новый инструмент, опираясь на ранее усвоенные знания и опыт деятельности. Успешное применение ранее полученного опыта в смежную область деятельности позволяет говорить о формировании компетенций, связанных с информационной деятельности студента в выбранной сфере.

Таким образом, экспериментальная реализация педагогической технологии в учебном процессе высшего образования [3] подтвердила, что на каждом уровне реализации технологии визуализации происходит формирование соответствующего опыта деятельности. Так, на уровне учебного предмета формируется опыт работы с фрагментом учебной информации, отдельного учебного занятия. Далее, на уровне учебного предмета формируется опыт работы с учебной

информацией в контексте выбранной сферы деятельности. И, наконец, на уровне процесса обучения достигается формирование универсального опыта работы с информацией на межпредметном уровне, освоение которого позволяет успешнее справляться с профессионально значимыми заданиями. Все это позволяет говорить о формировании общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов соответственно требованиям ФГОС высшего образования.

Кроме обозначенного выше, в ходе наблюдения за экспериментальной деятельностью независимыми экспертами были получены следующие данные. Обучение с использованием педагогической технологии визуализации учебной информации положительно сказывается на учебном процессе в высшем образовании. Студенты показывают большую активность и заинтересованность в освоении учебной информации, а руководители образовательных учреждений высказываются за повышение общих показателей успеваемости в экспериментальных группах.

Итак, в рамках проведенного исследования выделены значимые компоненты педагогической технологии визуализации учебной информации. Обозначены концептуальные идеи разработки педагогической технологии визуализации учебной информации, определены состав и структура компонентов педагогической технологии, реализована экспериментальным путем педагогическая технология визуализации учебной информации в учебном процессе высшего образования. Таким образом, все поставленные в исследовании задачи выполнены, исследование можно считать завершенным.

Список литературы

1. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 576 с.

2. ФГОС высшего образования [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4 (дата обращения: 8.03.2021).

3. Шорина Т.В. Педагогическая технология визуализации учебной информации в высшей школе: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2017. 181 с.

4. Кирилова Г.И., Власова В.К. Интеграционный потенциал информационно-средового подхода в профессиональном образовании // Филология и культура. 2013. № 1 (31). С. 244–251.

5. Торкунова Ю.В., Упшинская А.Е. Формирование научно-исследовательской компетентности магистров // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=25888 (дата обращения: 8.03.2021).

6. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. М.: НИИ школьных технологий, 2006. 576 с.

7. Шорина Т.В. Эффективное проектирование видеоресурсов профессионального образования // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2014. № 4 (24). С. 90–98.

8. Bartlett F.C. Remembering. Cambridge: Cambridge University Press, 1932. Vol. 80.

9. Вербицкий А.А. Теория и технологии контекстного образования: учебное пособие. М., 2017. 217 с.

10. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М., 1995. 254 с.

11. Куценко С.М., Косулин В.В. Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 4 (36). С. 127–134.

12. Ибрагимов Г.И., Ибрагимова Е.М., Андрианова Т.М. Теория обучения. М., 2011. 383 с.

13. Шорина Т.В., Кирилова Г.И. Динамические аспекты развития визуальных компонентов информационно-образовательной среды профессиональной школы // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22878084_19975259.pdf (дата обращения: 8.03.2021).

14. Шорина Т.В. Опыт использования средств визуализации информации в преподавании курса «Информационные технологии в управлении персоналом» // Ученые записки ИСГЗ. 2014. Т. 12. № 1–1. С. 403–407.

15. Черепанов В.С. Метод групповых экспертных оценок // Советская педагогика. 1987. № 5. С. 32–34.