

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,899
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,338

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, Горбатько 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.т.н., профессор, Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загребский 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. (Сумы); 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, Пузырьков 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, Скрышник 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, Хола 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, Шарфеев И.Ш. (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); к.т.н., доцент, Хайдаров А.Г. (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 = 0,899.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

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 – 29.04.2022
Дата выхода номера – 31.05.2022

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

Техническая редакция и верстка
Доронкина Е.Н.
Корректор
Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 32,5
Тираж 1000 экз.
Заказ СНТ 2022/4
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)

СТАТЬИ

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕФАКТОРИНГА КОДА НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОМБИНАТОРНЫХ ПАРСЕРОВ <i>Алпатов А.Н., Соловьев Р.В.</i>	9
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА МНОГОСЛОЙНОГО РЕЗЦА ПЛАСТИНЫ ПРИ РЕЗАНИИ ВЫСОКОХРОМИСТОГО БЕЛОГО ЧУГУНА <i>Баасансүрэн Б., Пүрэвдорж Б., Галаа О., Лыгденов Б.Д.</i>	16
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ РАБОТНИКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Быстров В.А.</i>	23
НЕЙРОКОНТРОЛЛЕР ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Веселов О.В., Светушенко С.Г.</i>	32
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЫХ АНОМАЛИЙ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ <i>Забержинский Б.Э., Золин А.Г., Беда Д.А., Богданова Е.М., Гусинская Д.А., Маркова Э.А.</i>	40
ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА ANYDYNAMICS ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ <i>Клебанов Б.И., Вакушин А.А., Тен Ю.М.</i>	46
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛОГО СФЕРОКОРУНДА В КАЧЕСТВЕ АБРАЗИВА В ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГАХ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ <i>Коротков А.Н., Коротков В.А.</i>	52
РАДИОВОЛНОВЫЙ МЕТОД СВЧ-ИЗМЕРЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БЕТОННОЙ СМЕСИ <i>Макаров А.Д., Марсов В.И., Марсова Е.В., Джабраилов Х.А., Антонова Е.О.</i>	57
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА СБОРА И АНАЛИЗА ЦИФРОВОГО СЛЕДА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ВУЗА <i>Михайлова С.С., Данилова С.Д., Веселов А.В.</i>	62
КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ С АМБЛИОПИЕЙ <i>Новицкая В.А., Карякина О.Е., Карякин А.А., Оруджова О.Н.</i>	68
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРУБЧАТОМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕ БИОРЕАКТОРА <i>Ожогова Е.В., Лубенцова Е.В., Лубенцов В.Ф.</i>	74
МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕЭКВИВАЛЕНТНЫМИ КАНАЛАМИ <i>Печеный Е.А., Самарханов И.З., Нуриев Н.К.</i>	83

Технические науки (2.5.2 (05.02.02, 05.02.18), 2.5.9 (05.02.11), 2.5.21 (05.02.13), 2.5.22 (05.02.22), 2.3.8 (05.13.17))

СТАТЬИ

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИМИТИВОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ <i>Мартышкин А.И., Здерев С.Г.</i>	89
---	----

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА <i>Назаренко М.А., Садковская Н.Е., Садковская Р.Н.</i>	95
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИНТЕЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРЕЦИЗИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ <i>Никируй А.Э.</i>	100
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАПАЗОНА СКОРОСТЕЙ ВИТАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В КАМЕРЕ ПРИ СЕПАРИРОВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ <i>Пивень В.В., Уманская О.Л., Кривчун Н.А.</i>	105
МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА-ПРАКТИКАНТА В СИСТЕМЕ AVN <i>Султанбаева Г.С., Барганалиева Ж.К., Асанбекова Н.О.</i>	110
ОБ ОЦЕНИВАНИИ ПАРАМЕТРОВ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ <i>Тимофеев В.С., Исаева Е.В.</i>	114
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И АЛГОРИТМА БЕСПРОВОДНОГО, ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЦИЕНТА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19 <i>Фейламазова С.А., Абдуразакова З.Ш., Муртазалиева А.А.</i>	122

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.1 (13.00.05), 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4 (13.00.04), 5.8.5 (13.00.04), 5.8.6 (13.00.04), 5.8.7)

СТАТЬИ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЯ МАННА – УИТНИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ <i>Абдрахманова И.В., Луцки И.В.</i>	128
СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ, ПРИЗНАННЫХ НУЖДАЮЩИМИСЯ В СОЦИАЛЬНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ <i>Аллатова Н.С., Понькина И.В.</i>	133
МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИЦИИ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА <i>Андреанов А.С., Новичихина Е.В., Ульянова Н.А., Медведев И.В., Семенов В.В.</i>	138
НОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ СИНХРОННОГО ПРОКТОРИНГА НА ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ <i>Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А.</i>	143
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ МЕТОДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА <i>Гильманишина С.И., Рахманова А.Р., Миннахметова В.А.</i>	151
ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ДЛЯ БУДУЩЕГО КОМПЕТЕНТНОСТНО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ <i>Исхаков Ю.Г., Нафиков С.Т., Комлацкий В.И.</i>	156
ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ <i>Козлов С.В., Быков А.А.</i>	161

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ВОСПИТАНИЯ БАЗОВОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ФИЗКУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Коровин С.С., Востриков В.А., Чузова Е.С.</i>	167
УПРАВЛЕНИЕ СТУДЕНЧЕСКИМ СПОРТОМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Мальцева Н.А., Салугин Ф.В., Бикмаев И.А., Спатаева М.Х., Пушкарева Л.Г., Салугина Т.В.</i>	175
ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ MOODLE В ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ ЛЕСОИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ <i>Палкин Е.В., Розанова Т.С.</i>	180
МНОГОАСПЕКТНОСТЬ УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ КАК ФАКТОРА СОЦИАЛЬНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА <i>Плеханова Е.М., Лобанова О.Б., Розач И.В., Бондарчук С.К.</i>	185
СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИКУЛЬТУРНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ <i>Полякова М.В.</i>	190
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗНАЧИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМООЦЕНКИ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО КОЛЛЕДЖА <i>Прозорова М.Н.</i>	196
АКТУАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ <i>Разливинских И.Н., Стерхова Н.С., Милованова Л.А., Королева Л.А.</i>	201
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКО В 9–10 ЛЕТ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ В ТХЭКВОНДО <i>Стефановский В.В., Шамигуллеева Е.Ф., Спатаева М.Х., Салугин Ф.В., Харченко Л.В., Куандыкова Ж.Т.</i>	209
ОСОБЕННОСТЬ ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОГО СОПРЯЖЕНИЯ В ПРЫЖКОВЫХ УПРАЖНЕНИЯХ <i>Тихонов В.Ф.</i>	214
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПРОФИЛЯ «МЕНЕДЖМЕНТ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ» НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ЗООТЕХНИЯ» <i>Черноградская Н.М., Григорьев М.Ф., Попова А.В., Григорьева А.И., Борисов В.И.</i>	219
ИНТОНАЦИОННАЯ СТОРОНА РЕЧИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ <i>Шереметьева Е.В.</i>	224
РЕАЛИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА <i>Шорина Т.В.</i>	229
КОРРЕКЦИЯ ТЕХНИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКОГО УПРАЖНЕНИЯ «ТОЛЧОК КЛАССИЧЕСКИЙ» <i>Шульгин Г.Е., Андреева Е.М.</i>	236
РАЗВИТИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН (НА ПРИМЕРЕ ФУТБОЛЬНОЙ ШКОЛЫ «ГОЛАСО») <i>Яруллин Р.А., Рыбасова Ю.Ю., Утеева Э.Н.</i>	241
НАУЧНЫЙ ОБЗОР	
О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ АКТИВИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА <i>Тимофеева Е.В., Бахмутская Ю.А., Лебедева О.Е., Клейменова М.Н.</i>	246

CONTENTS

Technical sciences (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)

ARTICLES

SOFTWARE SYSTEM ARCHITECTURE FOR CODE REFACTORING AUTOMATION BASED ON COMBINATORIAL PARSER METHOD <i>Alpatov A.N., Solovlev R.V.</i>	9
INVESTIGATION OF WEAR OF A MULTILAYER PLATE CUTTER WHEN CUTTING HIGH-CHROMIUM WHITE CAST IRON <i>Baasansuren B., Purevdorzh B., Galaa O., Lygdenov B.D.</i>	16
ALGORITHMIC SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF EMPLOYEE COMPETENCIES IN THE MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION'S PERSONNEL <i>Bystrov V.A.</i>	23
NEUROCONTROLLER FOR THE ESTIMATION OF TECHNICAL STATE OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS <i>Veselov O.V., Svetushenko S.G.</i>	32
DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR VISUALIZATION AND DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF ROAD ANOMALIES FOR AUTONOMOUS VEHICLES <i>Zaberzhinskiy B.E., Zolin A.G., Beda D.A., Bogdanova E.M., Gusinskaya D.A., Markova E.A.</i>	40
APPLICATION OF THE ANYDYNAMICS PACKAGE FOR THE DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS OF SOCIAL SYSTEMS <i>Klebanov B.I., Vakushin A.A., Ten Y.M.</i>	46
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF HOLLOW SPHEROCORUNDUM AS ABRASIVE IN GRINDING WHEELS FOR FLAT GRINDING <i>Korotkov A.N., Korotkov V.A.</i>	52
RADIO WAVE METHOD OF MICROWAVE MEASUREMENTS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CONCRETE <i>Makarov A.D., Marsov V.I., Marsova E.V., Dzhabrailov Kh.A., Antonova E.O.</i>	57
DISTRIBUTED COLLECTION SYSTEM AND ANALYSIS OF THE DIGITAL FOOTPRINT OF A STUDENT UNIVERSITY <i>Mikhaylova S.S., Danilova S.D., Veselov A.V.</i>	62
THE COMPUTER PROGRAM FOR RECOVERY OF VISUAL FUNCTIONS IN CHILDREN WITH AMBLYOPIA <i>Novitskaya V.A., Karyakina O.E., Karyakin A.A., Orudzhova O.N.</i>	68
MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL PROCESSES IN THE TUBULAR ELECTRIC HEATER OF THE BIOREACTOR <i>Ozhogova E.V., Lubentsova E.V., Lubentsov V.F.</i>	74
QUEUEING SYSTEM MANAGEMENT MODEL WITH NON-EQUIVALENT CHANNELS <i>Pecheny E.A., Samerkhanov I.Z., Nuriev N.K.</i>	83

Technical sciences (2.5.2 (05.02.02, 05.02.18), 2.5.9 (05.02.11), 2.5.21 (05.02.13), 2.5.22 (05.02.22), 2.3.8 (05.13.17))

ARTICLES

RESEARCH AND ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF PROCESS SYNCHRONIZATION PRIMITIVES IN RECONFIGURABLE COMPUTING SYSTEMS <i>Martyshkin A.I., Zderev S.G.</i>	89
--	----

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF ESG-TRANSFORMATION USING THE KEY DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE ELECTRONIC INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD UNTIL 2030 <i>Nazarenko M.A., Sadkovskaya N.E., Sadkovskaya R.N.</i>	95
OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESSES AND SYNTHESIS OF ORGANIZATIONAL TECHNICAL SOLUTIONS FOR PRECISION MECHANICAL ENGINEERING <i>Nikiruy A.E.</i>	100
MODELING OF THE RANGE OF SOARING SPEEDS AND THE DISTRIBUTION OF IMPURITIES IN THE CHAMBER DURING SEPARATION OF WHEAT GRAIN <i>Piven V.V., Umanskaya O.L., Krivchun N.A.</i>	105
MODEL OF AN ELECTRONIC PORTFOLIO OF A STUDENT-TRAINEE IN THE AVN SYSTEM <i>Sultanbaeva G.S., Barganalieva Zh.K., Asanbekova N.O.</i>	110
ON ESTIMATION OF PARAMETERS OF REGRESSION MODELS WITH THE USE OF WAVELETS <i>Timofeev V.S., Isaeva E.V.</i>	114
DEVELOPMENT OF A DEVICE AND ALGORITHM FOR WIRELESS, REMOTE RECORDING OF A PATIENT'S VITAL INDICATORS UNDER THE DISTRIBUTION OF CORONAVIRUS INFECTION COVID-19 <i>Feylamazova S.A., Abdurazakova Z.Sh., Murtazalieva A.A.</i>	122

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.1 (13.00.05), 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4 (13.00.04), 5.8.5 (13.00.04), 5.8.6 (13.00.04), 5.8.7)

ARTICLES

FEATURES OF THE APPLICATION OF THE MANN – WHITNEY CRITERION FOR TESTING STATISTICAL HYPOTHESES IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS <i>Abdrakhmanova I.V., Luschik I.V.</i>	128
SOCIO-PEDAGOGICAL REHABILITATION OF MINORS RECOGNIZED AS IN NEED OF SOCIAL SERVICES <i>Alpatova N.S., Ponkina I.V.</i>	133
METHODOLOGY FOR ORGANIZING PHYSICAL EDUCATION CLASSES FOR POLICE OFFICERS WITH LOCOMOTOR SYSTEM DISORDERS <i>Andrianov A.S., Novichikhina E.V., Ulyanova N.A., Medvedev I.V., Semenov V.V.</i>	138
AN INNOVATIVE APPROACH TO THE USE OF SYNCHRONOUS PROCTORING IN STATE CERTIFICATION TESTS <i>Bulat R.E., Baychorova Kh.S., Lebedev A.Yu., Nikitin N.A.</i>	143
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF DIGITAL VIDEOMATERIALS FOR METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE CHEMICAL WORKSHOP <i>Gilmanshina S.I., Rakhmanova A.R., Minnakhmetova V.A.</i>	151
THE IMPORTANCE OF FORMING THE PROFESSIONAL SKILLS OF SENIOR SCHOOLS IN COMPETENCE-ORIENTED LEARNING AT THE UNIVERSITY <i>Iskhakov Yu.G., Nafikov S.T., Komlatskiy V.I.</i>	156
FEATURES OF TEACHING STUDENTS TO USE INDIVIDUAL TESTING SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS <i>Kozlov S.V., Bykov A.A.</i>	161
FUNDAMENTALS OF THEORY AND METHODS OF EDUCATION OF BASIC CULTURE OF STUDENTS IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION <i>Korovin S.S., Vostrikov V.A., Chuzova E.S.</i>	167

MANAGEMENT OF STUDENT SPORTS IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF HIGHER EDUCATION <i>Maltseva N.A., Salugin F.V., Bikmaev I.A., Spataeva M.Kh., Pushkareva L.G., Salugina T.V.</i>	175
POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF USING THE MOODLE SYSTEM IN THE PREPARATION AND CONDUCT OF INDUSTRIAL PRACTICE OF STUDENTS OF FOREST ENGINEERING SPECIALTIES <i>Palkin E.V., Rosanova T.S.</i>	180
THE MULTIDIMENSIONAL NATURE OF THE EDUCATIONAL PROJECTS AS A FACTOR OF SOCIAL AND INTELLECTUAL DEVELOPMENT OF A MODERN PRIMARY SCHOOL STUDENT <i>Plekhanova E.M., Lobanova O.B., Rogach I.V., Bondarchuk S.K.</i>	185
THE CONTENT OF A POLYCULTURAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF INCREASING THE EFFICIENCY OF LEARNING A FOREIGN LANGUAGE IN HIGHER SCHOOL <i>Polyakova M.V.</i>	190
PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUBSTANTIATION OF THE IMPORTANCE OF THE FORMATION OF MEDICAL COLLEGE STUDENTS PROFESSIONAL SELF-ESTEEM <i>Prozorova M.N.</i>	196
ACTUALIZATION OF THE POTENTIAL OF NEUROPSYCHOLOGICAL EXERCISES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF PRIMARY SCHOOL <i>Razlivinskikh I.N., Sterkhova N.S., Milovanova L.A., Koroleva L.A.</i>	201
RESEARCH OF THE PHYSICAL CONDITION OF SCHOOLCHILDREN 9–10 YEARS AT THE INITIAL STAGE OF TAEKWONDO TRAINING <i>Stefanovskiy V.V., Shamsualeeva E.F., Spataeva M.Kh., Salugin F.V., Kharchenko L.V., Kuandykova Zh.T.</i>	209
FEATURES OF LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLES IN JUMPING EXERCISES <i>Tikhonov V.F.</i>	214
SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR THE TRAINING OF STUDENTS OF THE PROFILE “MANAGEMENT IN ANIMAL HUSBANDRY” OF THE TRAINING DIRECTION “ZOOTECHNICS” <i>Chernogradskaya N.M., Grigorev M.F., Popova A.V., Grigoreva A.I., Borisov V.I.</i>	219
INTONATION SIDE OF SPEECH OF YOUNG CHILDREN WITH DEVIATIONS IN SPEECH MASTERY <i>Sheremeteva E.V.</i>	224
ARGUMENTATION OF THE VISUAL COMPONENT OF INFORMATION EDUCATIONAL RESOURCES OF HIGHER EDUCATION <i>Shorina T.V.</i>	229
CORRECTION OF THE TECHNIQUE OF MOTIONAL ACTION ON THE EXAMPLE OF WEIGHTLIFTING EXERCISE “CLEAN AND JERK” <i>Shulgin G.E., Andreyanova E.M.</i>	236
DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN (ON THE EXAMPLE OF THE GOLASO FOOTBALL SCHOOL) <i>Yarullin R.A., Rybasova Yu.Yu., Uteeva E.N.</i>	241
REVIEW	
ABOUT SOME ASPECTS OF ACTIVATION OF INDEPENDENT EDUCATIONAL ACTIVITY OF UNIVERSITY STUDENTS <i>Timofeeva E.V., Bakhmutskaya Yu.A., Lebedeva O.E., Kleymenova M.N.</i>	246

СТАТЬИ

УДК 004.42

**АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗАЦИИ РЕФАКТОРИНГА КОДА
НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОМБИНАТОРНЫХ ПАРСЕРОВ****Алпатов А.Н., Соловьев Р.В.***ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва,
e-mail: aleksej01-91@mail.ru*

Рефакторинг программного кода является важной частью современного процесса разработки. Рефакторинг программного кода позволяет не только снизить конечную стоимость производства и обслуживания программного обеспечения за счет исправления возможных ошибок, но и выполнить анализ качества кода всей программной системы или отдельных частей. В результате проведенного анализа предметной области в данной работе выдвинуто предположение, что использование парсер-комбинаторов в методах рефакторинга является более предпочтительным и достаточным для решения большинства повседневных практических задач, нежели, например, рефакторинг на основе регулярных выражений или реализация полноценного синтаксического анализа с построением абстрактного синтаксического дерева (abstract syntax tree – AST). В данной работе представлена архитектура программной системы рефакторинга кода на основе модифицированного метода парсеров комбинаторов. Предложен способ использования заполнителей в шаблонах синтаксического поиска и анализа, с возможностью введения соответствующих ограничений. Также продемонстрирован способ развёртывания предлагаемого решения в среде непрерывной интеграции и непрерывной доставки (CI/CD), реализованной на основе популярных и широко используемых на практике программных средств, что позволяет упростить и значительно снизить стоимость внедрения системы автоматизированного рефакторинга в реальный процесс разработки программного обеспечения.

Ключевые слова: рефакторинг, комбинаторный парсер, язык Дика, абстрактное синтаксическое дерево, просмотр кода

**SOFTWARE SYSTEM ARCHITECTURE FOR CODE REFACTORING
AUTOMATION BASED ON COMBINATORIAL PARSER METHOD****Alpatov A.N., Solovov R.V.***MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: aleksej01-91@mail.ru*

Code refactoring is an important part of the modern development process. Program code refactoring allows not only to reduce the final cost of production and maintenance of software by correcting possible errors, but also to analyze the quality of the code of the entire software system or individual parts. As a result of the analysis of the subject area, in this paper it is suggested that the use of a combinator parser in refactoring methods is more preferable and sufficient for solving most everyday practical problems than, for example, refactoring based on regular expressions or the implementation of a full-fledged parsing with the construction of abstract syntax tree (abstract syntax tree – AST). This paper presents the architecture of a code refactoring software system based on a modified combinator parser method. A method is proposed for using placeholders in templates for syntactic search and analysis, with the possibility of introducing appropriate restrictions. Also, a method for deploying the proposed solution in a continuous integration and continuous delivery (CI / CD) environment implemented on the basis of popular and widely used software tools is demonstrated, which makes it possible to simplify and significantly reduce the cost of introducing an automated refactoring system into a real software development process.

Keywords: refactoring, combinatorial parser, Dyck language, abstract syntax tree, code review

Необходимость постоянной доработки программного обеспечения в условиях стремительно развивающихся технологий приводит к росту сложности и объема кодовой базы, заложенной внутри разрабатываемых систем, в результате чего большая часть ресурсов команды разработки направлена на сопровождение и поддержку существующего программного обеспечения, а не на разработку нового.

Сопровождение (поддержка) программного обеспечения включает в себя управление состоянием системы: не только добавление нового, но и обеспечение работоспособности уже реализованного функционала, а также исправление ошибок. Компании вынуждены

подстраиваться, делая все больший акцент на качестве программного обеспечения, увеличивая количество затрачиваемых ресурсов на тестирование и рефакторинг.

Высокие темпы развития технологий и необходимость быстрого реагирования на изменяющиеся условия привели к развитию и популяризации гибких методологий разработки, позволяющих быстро вносить изменения и предоставлять их конечному пользователю. Традиционным является подход «ручного» рефакторинга, с применением инструментов анализа качества кода и автоматическим форматированием в среде разработки. Такой подход может стать одним из «узких мест» в процессах компании.

Необходимость автоматизации рефакторинга привела к появлению многих инструментов и подходов, но из-за сложности реализации подобные инструменты имеют множество проблем и недостатков, связанных с удобством и сложностью использования в силу специфичности языков.

Подобные инструменты реализованы либо на основе регулярных выражений, такие как sed [1] или JSCodeshift [2], в которых выполняются простые текстовые подстановки, либо на построении абстрактного синтаксического дерева, такие как clang-reformat [3] и Putout [4].

Реализации, основанные на регулярных выражениях, имеют довольно низкую скорость работы, а также сложно воспринимаемый и ограниченный синтаксис, связанный с особенностями описания самих регулярных выражений. Основным недостатком данного подхода является отсутствие поддержки сбалансированных групп (например, для анализа скобок).

Использование AST подхода позволило бы выполнять необходимый анализ, но для применения подобных инструментов необходимы довольно глубокие знания в области синтаксических анализаторов. Также существенным недостатком использования абстрактных синтаксических деревьев является сложность сценариев редактирования деревьев с большим количеством узлов, что проявляется также в виде отсутствия таких инструментов для многих языков программирования, особенно не самых популярных, что опять же связано со сложностью данного подхода [5].

Все большую популярность приобретают функциональные языки программирования, использование которых позволяет по-новому решать существующие задачи, применяя подходы и методы, характерные именно для функционального программирования. Одним из таких мощных инструментов является парсер-комбинатор, ставший одним из основных подходов при написании парсеров. Реализация системы рефакторинга на основе данного метода позволит по-новому

взглянуть на задачу автоматизации рефакторинга [7, 3].

Парсер-комбинаторы как основа построения систем рефакторинга

Зачастую в реальных условиях разработки процесс рефакторинга не требует промежуточных представлений исходного кода, как в случае использования AST подхода, а выполняемые преобразования должны быть удобны для чтения и повторного использования, чего нельзя сказать об инструментах, в основе которых регулярные выражения.

Большинство преобразований, выполняемых при рефакторинге, не требуют информации о типе той или иной переменной, стеке выполнения и даже самом языке программирования. Подобный рефакторинг может быть выполнен путем анализа и обработки исходного кода программы как обычного текста. Разбор необходимых конструкций может быть выполнен с помощью парсер-комбинаторов, основной идеей которых является построение парсеров как функций высшего порядка, которые могут быть составлены из более простых парсеров.

В качестве примера может быть рассмотрена замена конструкций ветвления на специальные операторы, повышающие читаемость кода на языке C#.

На рис. 1 показан процесс замены ветвления на тернарный оператор, который вычисляет логическое выражение и в зависимости от полученного значения true или false и возвращает результат одного из двух соответствующих выражений: левого, если выражение равно true, и правого, если false.

Как видно из рис. 1, эквивалентная конструкция *if else* может быть более выразительно и компактно представлена с помощью тернарного оператора.

По аналогии, на рис. 2 показана замена ветвления на оператор присваивания с объединением с NULL, который связывает правый и левый операнды по значению только в том случае, если в левосторонний аргумент операции вносится значение null.

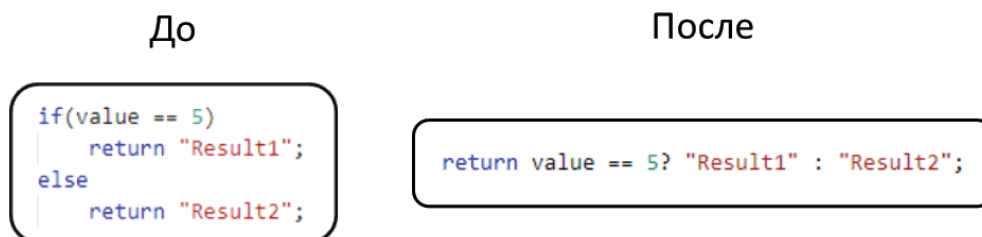


Рис. 1. Пример замены ветвления на тернарный оператор

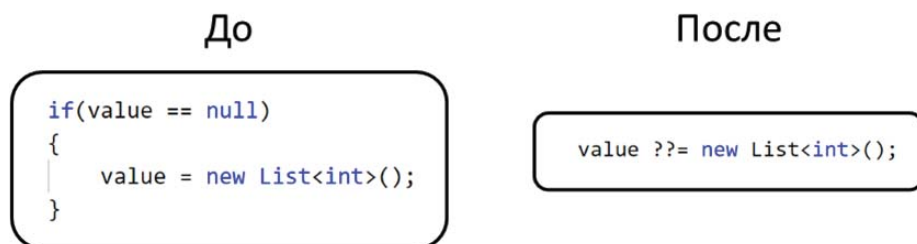


Рис. 2. Пример замены ветвления на оператор присваивания с NULL объединением

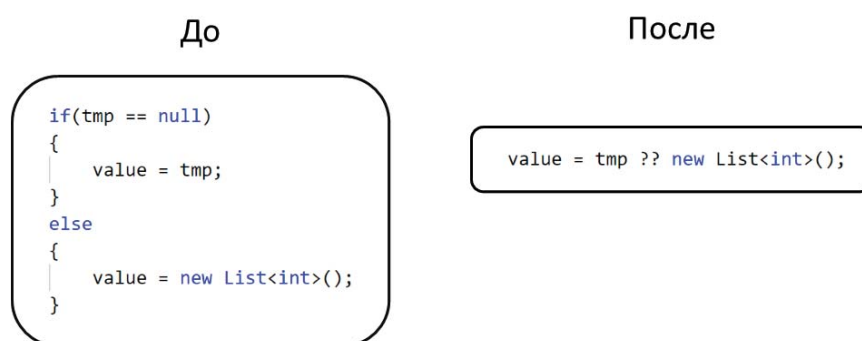


Рис. 3. Пример замены ветвления на оператор объединения с NULL

На рис. 3 показана замена ветвления на нулевой оператор объединения с NULL, который возвращает свой правый аргумент, только если левый аргумент равен null или «не определено», в противном случае возвращается левый аргумент.

Большинство инструментов, основанных на регулярных выражениях, не могут быть использованы для сопоставления подобных шаблонов, так как содержат сбалансированные группы в виде скобок и многострочные конструкции с группировками.

Решение, основанное на использовании AST инструментов и на посещении абстрактного синтаксического дерева, является слишком избыточным для подобной задачи.

Математическая модель рефакторинга программного кода

Зачастую при решении той или иной задачи разработки использование самого языка программирования является неудобным для описания реализуемого решения. С целью более наглядного и удобного отображения специфики задачи разрабатываются специальные предметно-ориентированные языки (domain-specific language, DSL). Самыми известными примерами DSL являются SQL [8] и Regex [9].

Как было сказано выше, основу процесса рефакторинга в разрабатываемой системе составляют шаблоны поиска и замены, описываемые пользователем, на основе разработанного предметно-ориентированного языка.

В качестве основы предлагаемого DSL используется язык Дика (Dick language). Язык Дика является простым контекстно-свободным языком, представляющим из себя набор вложенных выражений, имеющих открывающий и закрывающий разделители.

Формальная грамматика, разбирающая значение, может быть представлена кортежем

$$S = \langle T, S, A, \varepsilon_s \rangle, \quad (1)$$

где T – конечный набор символов – терминалов;

S – конечное множество нетерминалов;

A – конечное множество правил вида $R \leftarrow \varepsilon \mid R \in S$

ε_s – выражение для разбора и синтаксического анализа.

Таким образом, язык Дика может быть описан в виде выражения

$$S \rightarrow \varepsilon \mid ('S')^*S, \quad (2)$$

где ε – пустая строка;

S – нетерминал;

$('S')$ – терминальные символы: открывающий и закрывающий разделители [10].

Для удобного представления вводятся дополнительные расширения:

1. Список разделителей состоит из элементов: `'(S)'`, `'[S]'`, `'{S}'`.

2. Множество нетерминалов состоит из обычных строк, являющихся токенами языков программирования.

Полученный DSL позволяет описать шаблоны для большинства современных языков программирования и может быть описан с помощью грамматики, представленной в листинге (рис. 4).

Предложенная грамматика содержит четыре основных типа элементов:

- `placeholder` – идентификатор, обозначающий «динамическую» часть шаблона, т.е. ту, которая будет подставлена во время разбора шаблона;

- `string_literal` – строка, состоящая из любых символов, кроме символов разделителей и символов пробела;

- `whitespace` – любое количество пробельных символов: перенос строки, пробел, символа возврата каретки;

- `comment` – однострочный или многострочный комментарий.

В силу того, что в данной работе рассматривается вопрос создания автоматизированных инструментов для рефакторинга программного кода, необходим соответствующий критерий оценки проведённого в автоматизированном режиме рефакторинга. Для этих целей в данной работе предлагается сложная оценка качества рефакторинга кода.

Как было уже отмечено выше, рефакторинг программного кода, выполненный над некоторой структурой кода, не должен приводить к изменению внешнего поведения его логики, то есть для других структурных элементов исходного кода, а также непосредственного для самого разработчика, логика функционирования той части кода, которая будет подвергнута рефакторингу, как до момента модификации, так и после должна сохраняться. В зависимо-

сти от характера рефакторинга, в том числе и от выбранного метода рефакторинга, и сложности исходного кода, объём вносимых изменений может существенно отличаться. Так в реальных условиях разработки к одной и той же логической структуре могут быть применены как один из базовых методов рефакторинга, например изменение сигнатуры метода, так и их последовательная совокупность, например удаление параметра и перемещение метода. В рамках разрабатываемой системы объём и совокупность применяемых методов формируются пользовательскими шаблонами поиска и замены. Таким образом, оценка рефакторинга может быть следующей:

$$\mathcal{G} = \sum_{i=0}^n \varphi_i, \quad (3)$$

где $\varphi_i \in [0..1]$ – фактор применения соответствующего метода рефакторинга к участку кода (0, если метод применён, иначе – 1);

n – количество методов рефакторинга, поддерживаемых автоматизированной системой.

При этом задачей оптимизацией в данном случае будет $f(\mathcal{G}) \rightarrow \max$.

Шаблоны поиска с заполнителями в задаче рефакторинга

Большинство простых преобразований кода основано на сопоставлении токенов, определяемых в строго заданном структурном контексте. Для описания подобных шаблонов может быть использована простая грамматика, основанная на заполнителях (`placeholder`) и текстовой части, содержащей конструкции анализируемого языка программирования.

Для выполнения рефакторинга, с помощью полученной грамматики описываются шаблоны поиска и замены.

Примеры, рассмотренные выше с описанными шаблонами поиска и замены, представлены на рис. 5.

```
grammar = term EOF
term = '(' term ')' | '{' term '}' | '[' term ']' | term + | token
token = placeholder | string_literal | whitespaces | comment
placeholder = '$' identifier '$'
string_literal = <escaped string>
whitespace = ["\n\r" | '\n' | ' ' ] +
comment = <single or multiline comment>
```

Рис. 4. Листинг – Грамматика предложенного DSL

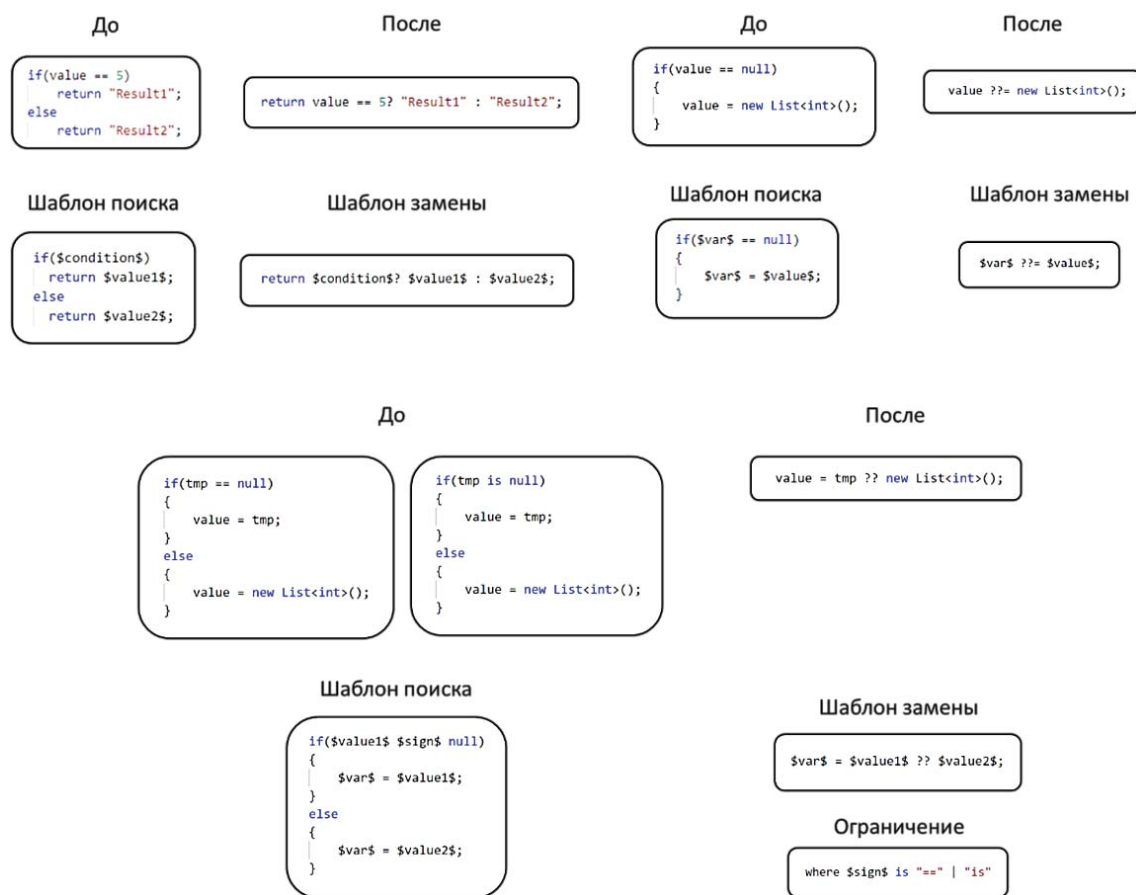


Рис. 5. Пример шаблонов поиска и замены

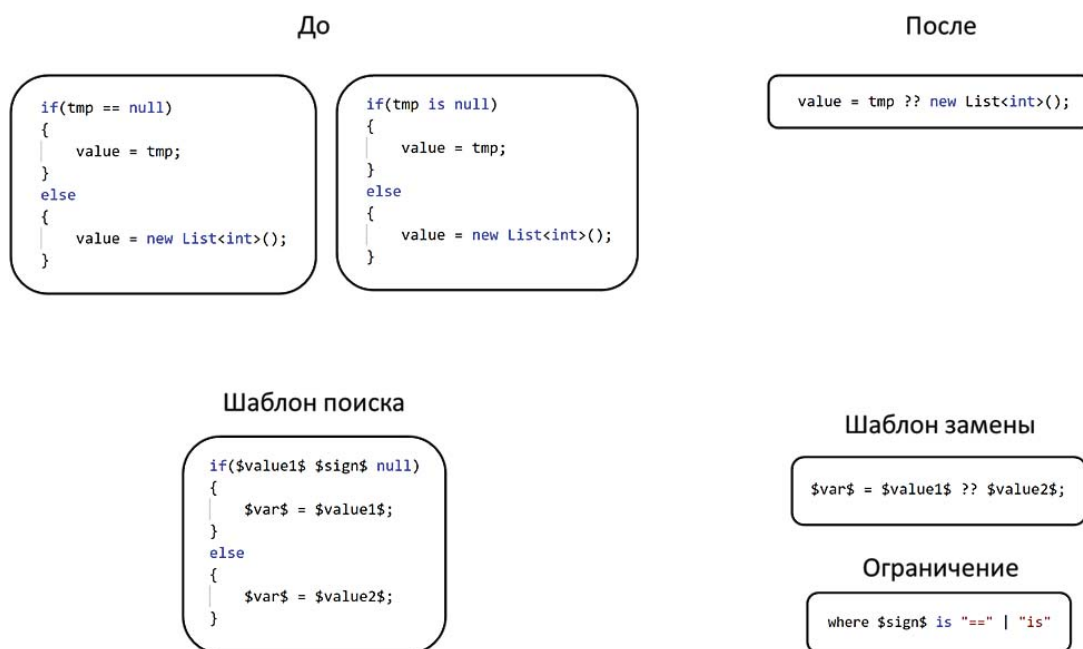


Рис. 6. Шаблоны поиска и замены с ограничениями

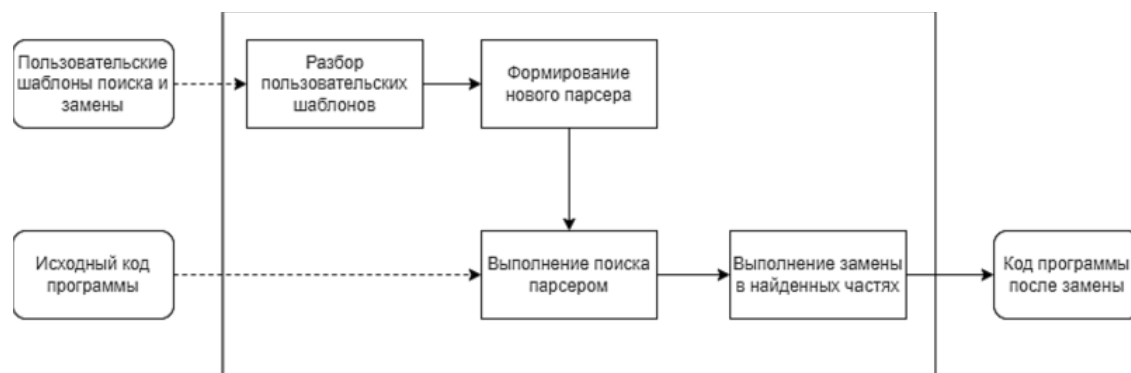


Рис. 7. Обобщённая схема работы комбинаторного парсера

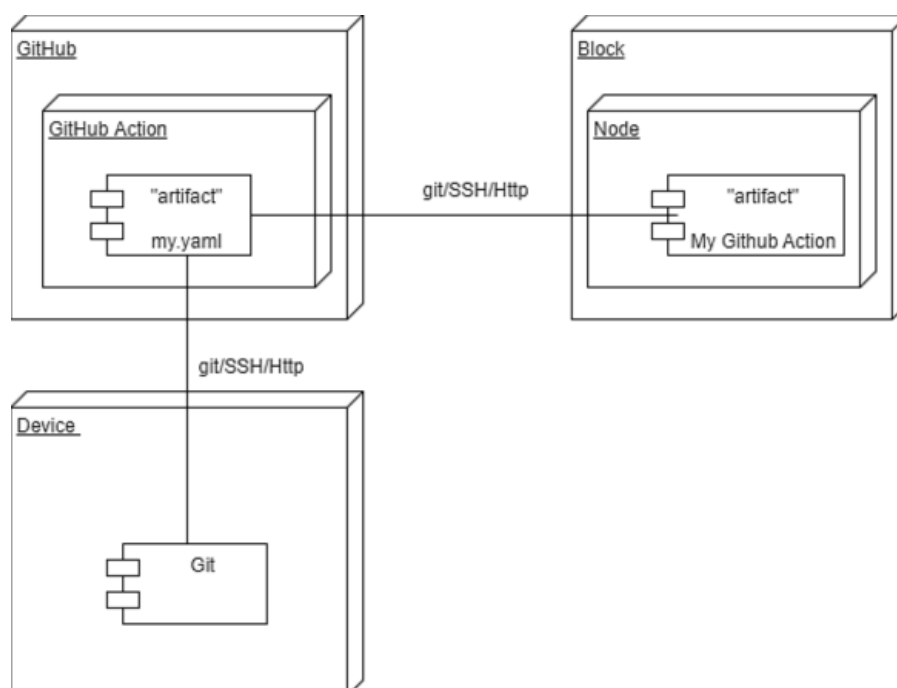


Рис. 8. Диаграмма развёртывания предлагаемой системы

Для реализации дополнительной логики могут быть указаны ограничения для заменителей, содержащие регулярные выражения и комбинированные фильтры. Использование ограничений позволит ограничить и расширить количество частей, удовлетворяющих шаблону поиска. На рис. 6 показан пример ввода дополнительных ограничений для заменителей в шаблонах поиска и замены.

Программная система автоматизированного рефакторинга

Как было сказано выше, основной частью разрабатываемой системы является парсер-комбинатор, использование которо-

го позволит построить парсеры из других, более простых парсеров.

На основе данного подхода может быть создан парсер, являющийся синтаксическим анализатором для подаваемых на вход структурных шаблонов пользователя и результатом работы которого является новый парсер, с помощью которого может быть выполнен поиск и замена в анализируемом исходном коде.

Основные правила разбора шаблона для формирования нового парсера:

– Наличие одного пробельного символа в шаблоне интерпретируется как неограниченное количество пробелов в анализируемом коде. Подобное поведение облегчает

работу с шаблонами и позволяет не следить за строгостью соблюдения при выполнении шаблона. При необходимости данное поведение может быть изменено

- Строковые литералы интерпретируются как строго заданная последовательность символов, необходимая в исходном коде для успешного сопоставления с шаблоном.

- Наличие в шаблоне открывающего разделителя означает строгое наличие закрывающего парного разделителя, для соответствия определению языка Дика. Пара разделителей в шаблоне гарантирует наличие такой же пары в тексте.

- Возможное содержимое заполнителя (placeholder) определяется заданным в шаблоне ограничением. В случае отсутствия ограничений содержимое заполнителя определяется как набор любых строковых литералов и пробельных символов, имеющих разделители согласно определению языка Дика.

- Наличие заполнителей с одинаковым именем в шаблоне интерпретируется как строго совпадающие части в анализируемом тексте.

Результатом разбора пользовательского шаблона является парсер, по которому затем выполняется анализ заданного исходного кода. Затем для областей кода, соответствующих шаблону поиска, выполняется операция перезаписи, согласно заданному шаблону замены.

Обобщенная схема работы комбинаторного парсера представлена на рис. 7.

Предлагаемое решение реализуется в виде библиотеки классов, которая затем может быть использована в виде GitHub action, запускаемого в рамках выполнения процессов CI/CD в репозитории проекта. Шаблоны поиска и замены описываются в конфигурационном файле, находящемся в репозитории вместе с исходным кодом.

Диаграмма развертывания программных артефактов предложенной системы представлена на рис. 8.

Заключение

В данной работе предложен способ реализации системы автоматизированного рефакторинга на основе метода комбинаторного парсера, что значительно упрощает процесс синтаксического анализа

в современных языках программирования и, следовательно, процесс рефакторинга. Предложенный способ даёт возможность построения более сложного синтаксического анализатора на основе совокупности простых в реализации комбинаций парсеров, которые будут являться входными аргументами комбинатора синтаксического анализатора, предлагаемого в данной работе. Предложенное решение встраивается в существующие и широко используемые механизмы непрерывной интеграции и доставки, за счёт использования популярных сервисов, таких как системы версионного контроля Git, репозитория GitHub, сервиса системы CI/CD GitHub Actions и облачной платформы Azure с развернутым Node.js, что позволит упростить процесс внедрения предложенного решения автоматизированного рефакторинга в существующий технологический цикл разработки промышленного программного обеспечения.

Список литературы

1. GNU sed [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnu.org/software/sed/> (дата обращения: 11.02.2022).
2. Ni W., Sunshine J., Le V., Gulwani, S., Barik, T. re-Code: A Lightweight Find-and-Replace Interaction in the IDE for Transforming Code by Example. In The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. 2014. P. 258–269.
3. Van Tonder R., Le Goues C. Lightweight multi-language syntax transformation with parser parser combinators. Proceedings of the 40th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation. 2019. P. 363–378.
4. Putout [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/coderaiser/putout> (дата обращения: 11.02.2022).
5. Jean-Rémy Falleri, Floréal Morandat, Xavier Blanc, Matias Martinez, Martin Monperrus. Fine-grained and accurate source code differencing. Proceedings of the 29th ACM/IEEE international conference on Automated software engineering. 2014. P. 313–324.
6. Abstract Syntax Tree [Электронный ресурс]. URL: <https://ps-group.github.io/compiler/ast/> (дата обращения: 14.02.2022).
7. Классические парсер-комбинаторы на Python [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/317304/> (дата обращения: 14.02.2022).
8. SQL – computer language [Электронный ресурс]. URL: <https://www.britannica.com/technology/SQL> (дата обращения: 14.02.2022).
9. Everything you need to know about Regular Expressions [Электронный ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/everything-you-need-to-know-about-regular-expressions-8f622fe10b03> (дата обращения: 18.02.2022).
10. Liebehenschel J. Lexicographical generation of a generalized dyck language. SIAM Journal on Computing. 2003. Vol. 32. No. 4. P. 880–903.

УДК 621.91.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА МНОГОСЛОЙНОГО РЕЗЦА ПЛАСТИНЫ ПРИ РЕЗАНИИ ВЫСОКОХРОМИСТОГО БЕЛОГО ЧУГУНА

¹Баасансүрэн Б., ²Пурэвдорж Б., ¹Галаа О., ³Лыгденов Б.Д.¹Монгольский государственный университет науки и технологии, Улан-Батор, e-mail: baasansuren2003@yahoo.com, galaa@must.edu.mn;²Технологический институт в Эрдэнэте, Эрдэнэт, e-mail: batpuje@gmail.com;³Уханьский текстильный университет, Ухань, e-mail: lygdenov59@mail.ru

Высокохромистый белый чугун является основным материалом для получения рабочих частей оборудования, работающих в тяжёлых условиях горнорудного производства. В составе чугуна высокое содержание карбида хрома, поэтому он имеет высокую твёрдость и относится к группе труднообрабатываемых материалов при резании. На ремонтно-механическом заводе предприятия «Эрдэнэт» изготавливают литые заготовки из высокохромистого чугуна марки ИЧХ28Н2 для основных частей пульповых насосов. Производительность механической обработки этого чугуна очень мала, скорость резания не превышает 10 м/мин. Для повышения скорости резания необходимо улучшить качество поверхности отливки и применять более эффективные и прогрессивные инструменты. В настоящей работе приведены данные по применению многослойного резца вида UC5115, который позволяет повысить скорость резания в 2,5–3 раза. Этот показатель был получен в результате полнофакторных экспериментов, выполненных на максимальных значениях факторов. Внедрение новой технологии в литейном цехе позволяет применять современные резцы с высокой производительностью и оптимизировать режимы резания с целью повышения общей продуктивности труда. Многослойная пластина UC5115 является перспективным инструментом и за счет увеличения скорости резания повышает производительность труда.

Ключевые слова: износостойкий чугун, механическая обработка чугуна, скорость резания, многослойный резец, полнофакторный эксперимент

INVESTIGATION OF WEAR OF A MULTILAYER PLATE CUTTER WHEN CUTTING HIGH-CHROMIUM WHITE CAST IRON

¹Baasansuren B., ²Purevdorzh B., ¹Galaa O., ³Lygdenov B.D.¹Mongolian State University of Science and Technology, Ulaanbaatar, e-mail: baasansuren2003@yahoo.com, galaa@must.edu.mn;²The Institute of Technology in Erdenet, Erdenet, e-mail: batpuje@gmail.com;³Wuhan Textile University, Wuhan, e-mail: lygdenov59@mail.ru

High-chromium white cast iron is the main material for obtaining working parts of equipment operating in harsh mining conditions. Cast iron contains a high content of chromium carbide, therefore it has a high hardness and belongs to the group of difficult-to-process materials when cutting. The repair and mechanical plant of the enterprise "Erdenet" produces cast blanks from high-chromium cast iron of the ICHH28N2 brand for the main parts of pulp pumps. The machining performance of this cast iron is very small, the cutting speed does not exceed 10 m/min. To increase the cutting speed, it is necessary to improve the quality of the casting surface and use more efficient and progressive tools. This paper presents data on the use of a multilayer cutter of the type UC5115, which allows to increase the cutting speed by 2.5-3 times. This indicator was obtained as a result of full-factor experiments performed on the maximum values of factors. The introduction of new technology in the foundry makes it possible to use modern cutters with high productivity and optimize cutting modes in order to increase overall labor productivity. The multilayer plate UC5115 is a promising tool and increases labor productivity by increasing the cutting speed.

Keywords: wear-resistant cast iron, mechanical processing of cast iron, cutting speed, multilayer cutter, full-factor experiment

Высокохромистый износостойкий белый чугун (ВИБЧ) является основным материалом для производства, а также способом литья рабочих частей оборудования, работающего в условиях абразивного износа при обработке и транспортировке руды и производстве строительных материалов.

Белый чугун содержит до 25 % карбидной фазы хрома с высокой твёрдостью. И поэтому литая заготовка обладает твёрдостью свыше 500 НВ. По причине такой высокой твёрдости ВИБЧ относится к группе труднообрабатываемых материалов. Как видно из исследования, при обработке

ВИБЧ токарным резанием скорость во много раз меньше, чем при резании серого чугуна. В частности, если серый чугун марки СЧ35 можно обрабатывать резцом ВК6-М со скоростью свыше 120 м/мин, то при обработке чугуна марки ИЧХ28Н2 скорость резания не превышает 10 м/мин [1–3].

На ремонтно-механическом заводе предприятия «Эрдэнэт» из белого чугуна марки ИЧХ28Н2 производятся такие детали, как рабочее колесо, внутренний корпус, защитный диск, являющиеся рабочими частями насоса марки ГРАТ-1400/40, передающего рудоводную смесь (пульпа) (рис. 1).



Рис. 1. Рабочее колесо, внутренний корпус, защитный диск насоса марки Грат-1400

Рабочие части насоса по отдельности имеют вес от 260 до 750 кг, и в некоторых ответственных частях поверхности необходима механическая обработка, на что расходуется в среднем 11–16 ч. Поэтому производительность механической обработки ВИБЧ крайне низка.

Технология механической обработки высокохромистого чугуна марки ИЧХ28Н2

В некоторых поверхностях литевых заготовок в соответствии с рабочими чертежами и техническими требованиями производится механическая обработка резанием, обеспечивающая необходимую точность размерности для сборки насоса. Перед механической обработкой заготовки подвергают термической обработке для снижения твердости, чтобы улучшить обрабатываемость отливки. Ниже рассмотрим операцию токарной обработки трёх видов деталей по отдельности.

Обработка защитного диска. Вес 260 кг. Обработка производится на карусельном станке модели 1510. В качестве инструмента используется твердосплавный резец типа ВК6. Последовательность операций:

1. Продольное точение поверхности на размер (51 мм).
2. Точение торцевой поверхности (Ø800 мм).
3. Проточка фаски размером 2x45° на поверхности Ø800 мм.
4. Разворот и проточка поверхности размером Ø412 и Ø390 мм.
5. Проточка торцевой поверхности размером Ø412–Ø460 мм.

6. Проточка на ширину 54 мм продольно на поверхности диаметром в Ø460 мм.

7. Подрезка торцевой лицевой поверхности Ø390 мм.

Обработка рабочего колеса. Вес 390 кг. Обработка осуществляется на токарном станке модели 1М165 с применением твердосплавного резца ВК6. Производятся следующие операции:

1. Проточка внешней поверхности Ø178 мм.
2. Проточка фаски с размером 2x45°.
3. Проточка поверхности длиной Ø145 и 136 мм на внутреннем конце внешней лицевой поверхности Ø178 мм.
4. Продольная проточка лицевой поверхности размером Ø178 мм.
5. Проточка фаски размером 2x45° на конце лицевой поверхности размером Ø178 мм.
6. Перевернуть, закрепить и сделать проточку поверхности с другой стороны. Подрезать торец внутренней лицевой поверхности размером Ø178 мм.

7. Проточка фаски размером 2x45° на конце внутренней лицевой поверхности размером Ø178 мм.

8. Осуществить торцевание поверхности Ø450 мм.

Обработка внутреннего корпуса. Используется карусельный станок модели 1532.

1. Подрезка торца внутренней поверхности диаметром в Ø800 мм.
2. Проточка фаски размером 2x45° на внутренней поверхности диаметром Ø800 мм.
3. Проточка кольцевой поверхности между Ø800 и Ø840 мм.

Таблица 1

Показатели режима обработки ВИБЧ

Детали	Станок	Частота оборотов, об/мин	Подача, мм	Глубина, мм
Рабочее колесо	1M165	5–7	0,2–0,3	3–5
Внутренний корпус	1532	1,6–2,5	0,3–0,5	3–5
Защитный диск	1510	5–7	0,3–0,5	3–5

4. Подрезка торца внутренней поверхности диаметром в $\varnothing 840$ мм.

5. Разворот, закрепка и расточка с другой стороны. Подрезка торца внутренней поверхности диаметром в $\varnothing 215$ мм.

6. Подрезка торца поверхности диаметром в $\varnothing 690$ мм.

Время обработки одного продукта рабочей части составляет приблизительно: для внутреннего корпуса – 16 ч, для рабочего колеса – 13 ч, для защитного диска – 11 ч.

В условиях ремонтно-механического завода при точении частей, отлитых из высокохромистого белого чугуна, режим выбирается согласно данным табл. 1.

Такие малые показатели режима обработки высокохромистого белого чугуна, помимо высокой твёрдости отливки, напрямую зависят от неравномерности её поверхности, дефектов и количества неметаллических примесей.

С 2012 г. при производстве отливок ремонтно-механического завода была внедрена вакуумная формовочная технология. Также с внедрением с 2020 г. новой технологии полуавтоматической линии по формовке с затвердеванием и охлаждением резко улучшилось качество поверхности от-

ливки. Эти процессы давали возможность разработки новых режимов механической обработки и использования новых видов резцов с более высокой стойкостью [4–6]. В настоящей работе были проведены эксперименты по использованию многослойной пластины UC5115 в процессе резания ВИБЧ, определены режимы обработки и проверена стойкость этого вида резца.

Материалы и методы исследования

В исследовательской работе было проведено резание предварительно приготовленной чугунной заготовки многослойной пластиной UC5115 в определенном режиме обработки и получено значение стойкости резца, определяемый его износом. При этом использовали метод планирования полного факторного эксперимента.

Входными параметрами экспериментов являются такие факторы, как скорость резания (X_1), подача (X_2) и глубина резания (X_3), являющиеся основными элементами режима токарной обработки, а в качестве параметра выхода была выбрана стойкость резца (T).

Влияющие факторы на процесс износа резца во время эксперимента и связи параметров выхода показаны на рис. 2.



Рис. 2. Факторы, влияющие на процесс износа твёрдосплавной пластины UC5115

Учитывая, что факторы, влияющие на изнашивание токарного резца, взаимосвязаны, было выбрано уравнение регрессии полуквадратного вида. Математическая модель стойкости резца выписывается суммой влияния каждого фактора и их комбинированных действий. Число опытов определяется уравнением вида $N = 2^k$, где k – число факторов:

$$T = \epsilon_0 + \epsilon_1 X_1 + \epsilon_2 X_2 + \epsilon_3 X_3 + \epsilon_{12} X_1 X_2 + \epsilon_{13} X_1 X_3 + \epsilon_{23} X_2 X_3 + \epsilon_{123} X_1 X_2 X_3$$

где ϵ_i и ϵ_{ij} – коэффициенты регрессий.

Результаты эксперимента были получены по следующей последовательности:

1. Выходные параметры, такие как математическое среднее $\bar{T}$, дисперсия D_i и среднее квадратное отклонение σ_T стойкости резца, определяются следующим образом:

$$\bar{T} = \frac{\sum T_i}{n}, \quad (1)$$

$$D_i = \frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})^2}{n-1}, \quad (2)$$

$$\sigma_i = \sqrt{D_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

2. Большая разница в значениях измерения определяется следующим соотношением по стандарту ГОСТ 11.002-73:

$$U_{\max} = \frac{T_{i,\max} - \bar{T}}{\sigma_i}; \quad U_{\min} = \frac{\bar{T} - T_{i,\min}}{\sigma_i}. \quad (4)$$

3. При значении вероятности погрешности $\alpha = 0,1$ и доверительной вероятности $p = 0,9$ проверяется однородность дисперсий экспериментов с использованием критерия Фишера.

$$F = \frac{D_{\max}}{D_{\min}} \leq F_{\text{табл}}. \quad (5)$$

Если $F < F_{\text{табл}}$, то дисперсии считаются однородными. Также еще для оценки однородности дисперсий кроме критерия Фишера используется критерий Кохрена:

$$G_p = \frac{D_{\max}}{\sum_{i=1}^n D_i} \leq G_{\text{табл}}. \quad (6)$$

В случае обеспечения критериев Фишера и Кохрена дисперсия воспроизводимости ($D_{\text{вос}}$) определяется следующей формулой:

$$D_{\text{вос}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{N}. \quad (7)$$

4. Значение коэффициентов математической модели определяется по следующим формулам с использованием метода наименьших квадратов:

$$B_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{T}_i}{N}, \quad (8)$$

$$B_{i,j} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i,j} \bar{T}_i}{N}, \quad (9)$$

где i – номер эксперимента; j – номер фактора; N – количество экспериментов.

5. Уровень значимости коэффициента регрессии оценивается следующими двумя методами.

– Сравнение абсолютного значения коэффициента с его доверительным интервалом.

– Использование коэффициента t распределения Студента.

По первому методу должны определить дисперсии коэффициента регрессий $D(b_i)$ и среднеквадратическое отклонение σ_b следующими формулами:

$$D(b_i) = \frac{D_i}{n \cdot N}, \quad (10)$$

где n – число повторяемости опытов эксперимента, N – число опытов эксперимента.

Среднеквадратическое отклонение или погрешность коэффициента регрессий:

$$\sigma_b = \sqrt{D(b_i)}. \quad (11)$$

Условный промежуток:

$$\Delta b_i = \pm t_{\tau} \cdot \sigma_b, \quad (12)$$

где t_{τ} – степень свободы, зависящая от f , который определяется формулой $f = (n-1) \cdot N$.

Значение t берётся от табл. 14 [1]. Если значение коэффициента больше значения условного промежутка, то этот коэффициент считается значимым.

При определении вторым методом коэффициент t_p Студента определяется следующей формулой на каждом члене регрессии:

$$t_p = \frac{B_i}{\sigma_b}. \quad (13)$$

Если значения t_p , определённые на каждом члене регрессии, больше значения таблицы $t_p > t_{\tau}$, то значения члена считаются значимыми.

После оценки значения коэффициентов регрессии определяется адекватность $D_{\text{ад}}$ дисперсий:

$$D_{\text{ад}} = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i^2}{N - (k+1)} \quad (14)$$

В формуле (14) k – количество факторов, ε_i – отличие значений эксперимента от значений, определенных математической моделью:

$$\varepsilon_i = Y_i - (a_0 + \sum_j a_j X_{ji}). \quad (15)$$

7. Если соотношение D_{ad} и $D_{вос}$ меньше значения таблицы Фишера, они считаются однородными.

$$\frac{D_{ad}}{D_{вос}} < F_{табл}. \quad (16)$$

Если будет доказано, что вышеуказанные дисперсии являются однородными, то модель регрессий, установленная экспериментом, считается адекватной. Если модель является неадекватной, то будет выбрана модель с большей или квадратной степенью, чем первая выбранная модель.

Экспериментальные работы по определению стойкости пластины были проведены на станке 1М63. Во время эксперимента процесс резания был под постоянным наблюдением и было видно, что с достижением максимального износа пластины процесс резания явно ухудшался и наблюдались следующие признаки: возник-

новение вибрации, высокий перегрев резца, воспламенение стружек, очень шероховатая поверхность обработки. Относящееся к этому периоду время выражает стойкость резца. Общий вид и строение многослойной пластины U5115 показаны на рис. 3.

Пластина состоит из нескольких слоев: наружный слой – нитрид титана (TiN). Далее идет слой оксида алюминия (Al_2O_3), который за счет тугоплавкости защищает основной слой. И, наконец, карбонитрид титана (TiCN), который увеличивает твердость и износостойкость пластины [7, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате полнофакторного эксперимента вида 2^3 были определены зависимости стойкости многослойной пластины U5115 от скорости (v), подачи (s) и глубины (t) резания. Каждый эксперимент был проведен с шестикратным повтором.

Результаты эксперимента показаны в табл. 2.

Выходные параметры или стойкость пластины и другие показатели приведены в табл. 3.

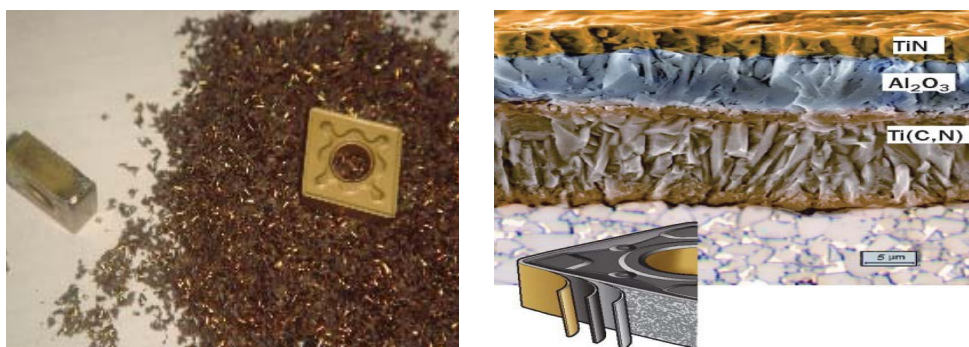


Рис. 3. Общий вид и строение многослойной пластины U5115



Рис. 4. Эксперименты на заготовке чугуна ИЧХ28Н2

Таблица 2

Результаты экспериментального исследования

№	X_0	Факторы и их совместное действие							Стойкость пластины, мин						T
		v	s	t	vs	vt	st	vst	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	
		x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$							
1	+	15	1,0	3	+	+	+	—	52	53	56	53	55	55	54
2	+	35	1,0	3	—	—	+	+	32	34	28	26	27	33	30
3	+	15	1,4	3	—	+	—	+	40	42	38	37	39	38	39
4	+	35	1,4	3	+	—	—	—	24	21	21	25	23	24	23
5	+	15	1,0	6	+	—	—	+	44	46	53	48	49	48	48
6	+	35	1,0	6	—	+	—	—	26	24	25	22	20	21	23
7	+	15	1,4	6	—	—	+	—	24	23	28	28	27	26	26
8	+	35	1,4	6	+	+	+	+	10	11	7	9	12	11	10

Таблица 3

Обработка результатов эксперимента

Номер эксперимента	Стойкость T_i , мин	Дисперсия Di	Среднее квадратное отклонение σ
1	54	6,4	2,6
2	30	14,8	3,8
3	39	8,4	2,9
4	23	8,4	2,9
5	48	5,1	2,3
6	23	3,5	1,9
7	26	6,8	2,6
8	10	3,5	1,9

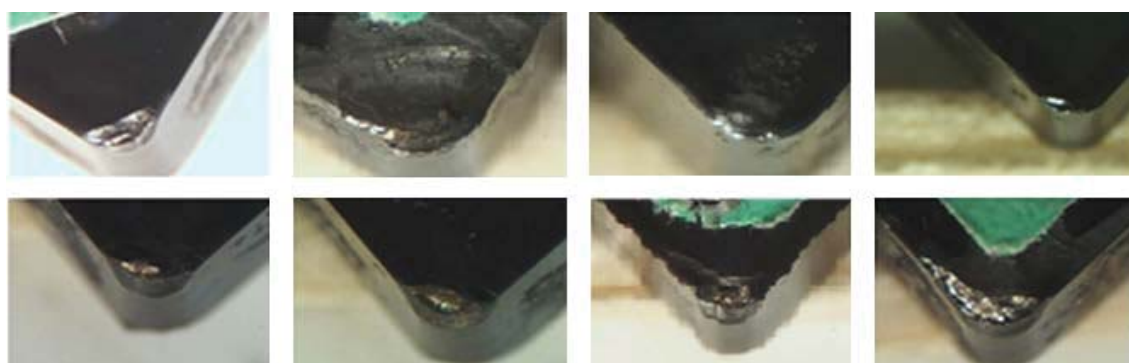


Рис. 5. Динамика износа пластины

Коэффициенты регрессий были определены методом наименьших квадратов:

$$B_0 = 26,1, B_1 = -17, B_2 = -16,5, B_3 = -7,1, \\ B_{12} = 12,6, B_{13} = 3,7, B_{23} = 3,5, B_{123} = -0,4$$

После статистической обработки результатов эксперимента и проверки по критериям

Фишера и Кохрена, регрессионное уравнение стойкости резца T было определено в зависимости от режима резания таким образом:

$$T_p = 149,1 - 1,2v - 520s + 7,8t + 5vs - 90st.$$

Состояние изнашивания резцов в процессе эксперимента показано на рис. 5.

Заклучение

1. Внедрение новой технологии в литейном цехе позволяет применять современные резцы с высокой производительностью и оптимизировать режимы резания с целью повышения общей продуктивности труда.

2. Многослойная пластина UC5115 является перспективным инструментом и за счет увеличения скорости резания повышает производительность труда.

3. Разработана следующая модель регрессий износа пластины в зависимости от скорости, подачи и глубины резания:

$$T_p = 149,1 - 1,2v - 520s + 7,8t + 5vs - 90st.$$

4. Адекватность регрессий была проверена по соответствующей стандартной методике.

5. При резании с использованием многослойной пластины UC5115 скорость резания по сравнению с ВК6-М может быть увеличена в 2–3 раза.

Список литературы

1. Авдай Ч., Энхтуяа Д. Методика исследовательской работы. 2010. 365 с.

2. Дядюра К.О., Юнак А.С. Использование современных инструментальных материалов при механической обработке резанием износостойкого чугуна ИЧ210Х30ГЗ // Резание и инструмент в технологических системах. 2013. Вып. 83. С. 100–109.

3. Максим Ю.В., Верещака А.С., Верещака А.А., Бубликов Ю.И., Крючков К.В., Козлов А.А. Высокоэффективные слоистые инструментальные материалы с нанодисперсными многослойными покрытиями широкой области применения. Университет машиностроения, МГТУ «Станкин», 2012. С. 230–238.

4. Лыгденов Б.Д., Баасансүрэн Б., Оюунбат Г., Бутуханов В.А. Оптимизация режимов резания износостойкого чугуна твердым сплавом нового вида // Проблемы механики современных машин. 2018. Т. 1. С. 238–247.

5. Нетребко В.В. Влияние химического состава высокохромистых чугунов на обрабатываемость резанием // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2016. № 1 (61). С. 122–130.

6. Пурэвдорж Б. Исследование лазерной обработки высокохромистого белого чугуна // Отчет исследовательской работы по проекту поддержки высшего образования Монголии по финансированию Азиатского банка развития. 2016–2017 гг. С. 150.

7. Ravi A.M., Murigendrappa S.M., Mukunda P.G. Machinability Investigations on High Chrome White Cast Iron Using Multi Coated Hard Carbide Tools. Trans Indian Institute Metal (2014). P. 485–502.

8. Табаков В.П., Смирнов М.Ю., Циркин А.В., Родионов Д.А., Порохин С.С. Исследование теплового и напряженного состояния режущего инструмента с износостойкими покрытиями в условиях резания // Технология машиностроения. 2010. № 6. С. 11–16.

УДК 004.4:331:005

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ РАБОТНИКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ

Быстров В.А.*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк,
e-mail: bistrov39@yandex.ru*

Поскольку профессионализм работников определяет основной ресурс эффективности и конкурентоспособности организации, следовательно, целью работы является рациональное управление персоналом путём воздействия на человеческий фактор посредством повышения профессиональной компетентности работников, включая социальные навыки, умение проводить диагностическое исследование с дальнейшим использованием компетенций персонала в производственной деятельности. В работе рассматривается алгоритмическое обеспечение развития компетенций работников при управлении персоналом на базе модуля расчёта оптимизации технологического процесса и модуля расчёта снижения издержек производства с целью повышения эффективности профессиональной компетенции работников. Основными методами алгоритмического обеспечения развития компетенций работников являются модули векторов: начальное состояние производственного процесса – технологический процесс; оптимизация производственного процесса посредством автоматизации, роботизации и компьютеризации технологических операций; обучение на обучении и переподготовке персонала с целью повышения профессиональной компетенции; модуль расчёта снижения издержек производства за счёт оптимизации технологического процесса и повышения профессиональных компетенций персонала организации. Основы разработанной системы обучения и переподготовки персонала, рассмотренные в предыдущих работах, способствовали формированию кадрового резерва, основанного на обучении и переподготовке персонала с целью повышения профессиональной компетенции работников анализируемой организации. Важную роль в проекте играет профессионализм руководителей и специалистов, включающий: уровень их компетенций, предприимчивость, потенциальные возможности развития, умение работать в команде.

Ключевые слова: компетенции работников, оптимизация технологического процесса, снижение издержек производства

ALGORITHMIC SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF EMPLOYEE COMPETENCIES IN THE MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION'S PERSONNEL

Bystrov V.A.*Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, e-mail: bistrov39@yandex.ru*

Since the professionalism of employees determines the main resource of the efficiency and competitiveness of the organization, therefore, the goal of the work is the rational management of personnel by influencing the human factor by increasing the professional competence of employees, including social skills, the ability to conduct a diagnostic study with the further use of personnel competencies in production activities. The paper deals with algorithmic support for the development of employees' competencies in personnel management on the basis of the process optimization calculation module and the production cost reduction calculation module in order to increase the efficiency of the professional competence of employees. The main methods of algorithmic support for the development of workers' competencies are vector modules: the initial state of the production process - the technological process; optimization of the production process through automation, robotization and computerization of technological operations; training and retraining of personnel in order to increase professional competence; module for calculating the reduction of production costs by optimizing the technological process and improving the professional competencies of the organization's personnel. The basics of the developed system of training and retraining of personnel, considered in previous works, contributed to the formation of a personnel reserve based on training and retraining of personnel in order to increase the professional competence of employees of the analyzed organization. An important role in the project is played by the professionalism of managers and specialists, including: the level of their competencies, entrepreneurship, potential development opportunities, the ability to work in a team.

Keywords: competence of employees, optimization of the technological process, reduction of production costs

Крылатая фраза «кадры решают всё» стала весьма актуальной на стадии НТП (развития техники, технологии, организации и профессионализма труда), поскольку от персонала зависит эффективность работы организации и особенно её конкурентоспособность. Человеческие ресурсы инновационного типа на основе профессиональных компетенций работников в развитых стра-

нах обеспечивают львиную долю прироста ВВП, способствуя ведущим фирмам добиваться сверхприбылей за счёт присвоения интеллектуальной ренты, образующейся при монопольном использовании роста производительности труда высокопрофессиональных работников и эффективных конкурентных технологий. Это приводит к возникновению нового качественного со-

стояния фирмы, а именно изменения бизнес-структуры, вследствие реорганизации её элементов, особенно в процессе использования высокоразвитой компетенции работников, способствующих повышению производительности труда, снижению издержек производства и, как правило, росту конкурентоспособности организации.

К зарубежным авторам, которые добились определённых успехов в этой области, можно отнести И. Акентоя [1], Э.Ф. Амаэфуле [2], М. Армстронга [3], Р. Джонсона [4]. Они отметили, что быстрое конкурентное развитие современной экономики является главным ресурсом новых технологических идей, прежде всего в области высокой квалификации и творческой активности работников с развитой компетентностью, способных эти идеи воплощать в жизнь. Многие российские учёные-экономисты: М.И. Бухалков [5], А.Я. Кибанов [6], В.М. Маслова [7], Ю.Г. Одегов [8] и др. – в своих работах оценили эффективность деятельности работников с высокой профессиональной компетенцией. Фактически все учёные-экономисты сошлись во мнении, что «персонал – это практически единственное конкурентное преимущество, которое имеют компании. На протяжении многих лет таким конкурентным преимуществом считалось обладание прогрессивными технологиями, но, чтобы быть всегда на полшага впереди конкурентов, необходимо все время предлагать что-то новое за счёт человеческого интеллектуального капитала, то есть совершенствовать компетентность персонала. Кардинальные изменения, которые произошли в ходе НТП, повлекли за собой создание многих теорий, в том числе теорию человеческого капитала, базирующуюся на развитой профессиональной компетенции персонала» [9, 10].

Материалы и методы исследования

В работе рассмотрены методы разработки алгоритмов развития компетенций работников как объект управления персоналом на базе модуля расчёта оптимизации технологического процесса и модуля расчёта снижения издержек производства с целью развития профессиональной компетенции работников. При формировании алгоритмов управления развитием профессиональных компетенций персонала в число определяющих методов входят векторы начального состояния производственного процесса – технологический процесс; оптимизация производственного процесса посредством автоматизации, роботизации и компьютеризации технологических операций; обучение и переподготовка персонала с целью повышения профессиональной компетенции; модуль расчёта снижения издержек производства за счёт оптимизации технологического процесса и повышения профессиональных компетенций персонала организации. Следовательно, целью исследования является развитие профессиональной компетенции работников на основе модуля расчёта оптимизации технологического процесса и модуля расчёта снижения издержек производства (табл. 1).

Поскольку профессионализм работников определяет основной ресурс эффективности и конкурентоспособности организации, следовательно, целью работы является рациональное управление персоналом, путём воздействия на человеческий фактор посредством повышения профессиональной компетентности ведущих сотрудников, включая социальные навыки, умение проводить диагностическое исследование с дальнейшим использованием компетенций сотрудников [11, 12].

Таблица 1

Цели использования компетенций при управлении персоналом

Назначение целей	Цели управления персоналом	Информативные цели личности	Мотивационные цели организация
Стратегические цели	Штатные процедуры оценки компетентности, направленные на проведение управляемой кадровой политики организации	Повышение уровня знаний, профессионализма, умений и навыков работников, участвующих в разработанных проектах	Разработка программ проектных решений; подготовка механизмов повышения профессиональных компетенций
Организационные цели	Принятие решения о привлечении сотрудников к повышению профессиональных компетенций посредством обучения персонала	Локализация причин возможных проблем при реализации проектов, выявление сильных и слабых сторон сотрудников	Определение ценностей каждого сотрудника для возможного применения в мотивации персонала
Административные цели	Создание кадрового резерва из работников всех уровней, повысивших компетенцию	Выявление специалистов, способных стать «центром компетенций» по проекту	Мотивация персонала к активным действиям с точки зрения руководства

Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, чтобы достигнуть цели исследования – развития профессиональной компетенции работников на основе модуля расчёта снижения издержек производства – необходимо добиться роста прибыли организации либо за счёт повышения цены при улучшении качества продукции, либо снижения затрат на её изготовление, причём по всем элементам себестоимости продукции. Поскольку целью исследования является также модуль расчёта оптимизации технологического процесса, следовательно, необходимо рассматривать сокращение трудовых затрат, связанных с технологическим процессом производства продукции. Для этого необходимо: комплексно применять в технологических процессах НОТ; совершенствовать методы управления персоналом; повсеместно улучшать условия труда; оснащать рабочие места прогрессивными техническими средствами на основе НИОКР; осуществлять подбор и обучение кадров; проводить оптимизацию технологического процесса путём внедрения научного нормирования труда. Кроме того, этому способствует введение прогрессивных форм разделения и кооперации труда, внедрение современных должностных инструкций и внутрифирменных стандартов, регламентирующих трудовые процессы. Поскольку в ходе совершенствования НОТ и НИОКР повышается уровень качества продукции, в результате внедрения роботизации, автоматизации и повышения профессиональной компетенции работников организации происходит изменение себестоимости продукции, которая переходит в более высокую

ценовую категорию. Зачастую это приводит к увеличению прибыли и рентабельности производства, способствуя ведущим организациям добиваться сверхприбылей за счёт присвоения интеллектуальной ренты, образующейся при монопольном использовании роста производительности труда высокопрофессиональных работников и эффективных конкурентных технологий (рис. 1) [9, 10, 13].

Рассматривая цепочку перехода от желания хорошо жить за счёт умения работать к возможностям этому научиться: «Хотим лучше жить → придётся лучше работать, хотим лучше работать → необходимо создать соответствующие условия. Хотим создать такие условия → нужно научиться тому, что и как надо создавать. Хотим этому научиться → надо иметь желание учиться», приходим к выводу, что под желанием учиться понимаем стремление квалифицированных кадров к повышению профессиональной компетенции за счёт обучения и переподготовки персонала организации [9, 10].

Современные предприниматели строят свою коммерческую и производственную деятельность на основе вышесказанного, используя известный постулат «**время – деньги**», подразумевая экономию времени выполнения технологических процессов за счёт оптимизации технического нормирования операций и повышения профессиональной компетенции за счёт обучения и переподготовки работников [7, 8, 14].

Схема воздействия оптимизации технологического процесса на развитие компетенций работников и на снижение издержек производства приведена на рис. 2.



Рис. 1. Схема получения балансовой (валовой) прибыли организации

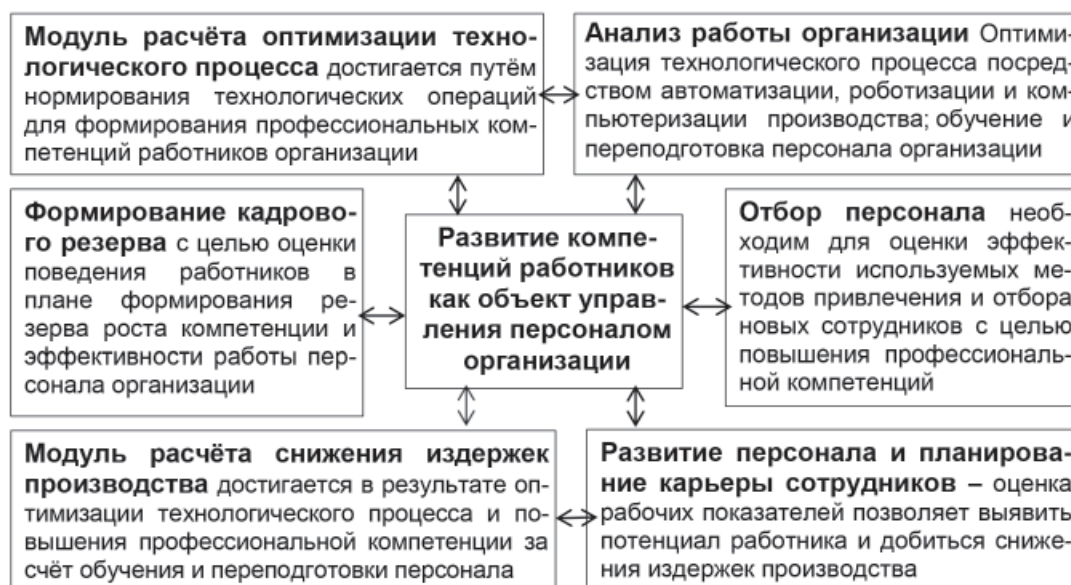


Рис. 2. Функциональная модель развития компетенции персонала и снижения издержек



Рис. 3. Алгоритм управления профессиональными компетенциями персонала



Рис. 4. Алгоритм управления снижением издержек производства и развитием профессиональных компетенций персонала

Задача формирования программ управления моделью развития профессиональной компетенции персонала, как считают авторы работ [15–17], основывается на поиске решения, всякий раз наиболее типичного для данной упорядоченной совокупности условий. Особую трудность при формировании программ управления развитием профессиональной компетенции персонала, по мнению авторов [6, 13, 18], вызывает факт отсутствия не только банка рациональных программ управления для различных ситуаций, но и самих моделей проектирования алгоритмов. Впрочем, методы и математические модели управления персоналом, рассмотренные в работах [11, 19], способствовали созданию моделей управления

компетенциями персонала. Резюмируя сказанное, в работе рассматривается разработка алгоритмов развития компетенций работников как объект управления персоналом на базе модуля расчёта оптимизации технологического процесса и модуля расчёта снижения издержек производства и повышения эффективности профессиональной компетенции работников (рис. 2).

При формировании алгоритма управления развитием профессиональных компетенций персонала в число определяющих факторов входят векторы: начального состояния производства – технологический процесс; оптимизация производственного процесса посредством автоматизации, роботизации и компьютеризации техноло-

гического процесса; обучение персонала с целью повышения профессиональной компетенции; модуль расчёта снижения издержек производства за счёт оптимизации технологического процесса и повышения профессиональной компетенции (ПК) персонала организации (рис. 3).

Модуль расчёта оптимизации технологического процесса достигается путём нормирования технологических операций для формирования профессиональных компетенций работников организации. Модуль расчёта снижения издержек производства и повышения эффективности профессиональной компетенции работников базируется на тех же факторах, но с учётом дополнительных векторов: определение лимитов издержек производства по трём вариантам; формирование структуры управления издержками; анализ безубыточности производства (рис. 1) на основе получения балансовой (валовой) прибыли организации. Алгоритм управления снижением издержек производства приведён на рис. 4.

Модуль расчёта оптимизации технологического процесса основан на дополнительном применении роботов, которые уменьшают $T_{всп}$ на установку и снятие изделия. Расчёт нормы времени по операциям производится дважды: до и после оптимизации технологических операций $t_{шт.i}$.

Для реализации модуля расчёта оптимизации технологического процесса предусматривается приобретение по финансовому лизингу автоматической линии, стоимость которой определяется с учётом цены и затрат на транспортировку и монтаж оборудования.

$$\sum PC_{AL} = \sum C_{AL} \times k_{Tr.монт}, \quad (1)$$

где C_{AL} – стоимость приобретения (цена) автоматической линии;

$k_{Tr.монт} = 1,4$ – коэффициент транспортно-монтажных издержек.

Модуль расчёта снижения издержек производства выполняется по формулам.

Изменение затрат за счёт использования нового материала по проекту $C_{O.M}^{ИП}$

$$C_{O.M}^{ИП} = \frac{\sum_i^m M_{Изд} \times C_{ОСН.Мат} \times K_{исп} \times k_{цен}}{k_{проч}} - \frac{M_{Изд}}{k_{проч}} (K_{исп} - 1) \times C_{отх}. \quad (2)$$

В результате снижения коэффициента использования нового материала $k_{исп}$, роста коэффициента прочности материала $k_{проч}$ в 1,5–2 раза и увеличения коэффициента стоимости нового материала $k_{цен}$ в 1,25 раза, происходит снижение издержек производства.

Затраты на технологическую электроэнергию, руб./изд.:

$$C_{ЭЛ.ЭН}^{ИП} = M_{Изд} \times P_{уд.эл} \times C_{эл} / k_{проч}. \quad (3)$$

Остальные расчёты косвенных расходов выполняются по стандартной методике.

Договорная цена на изделие $C_{дог}$, при которой производство и потребление одинаково выгодно как производителю, так и потребителю:

$$C_{дог} = C_{полн} \times k_{рын} \times k_{кач} \times k_{бонус} \times k_{колеб.рын}, \quad (4)$$

где $k_{рын}$ – коэффициент средневзвешенной рыночной цены, действующий в секторе производства аналогичной продукции;

$k_{кач}$ – коэффициент, характеризующий повышение качества продукции в результате принятых управленческих решений;

$k_{бонус}$ – коэффициент бонуса для удержания основных потребителей (скидки);

$k_{колеб.рын}$ – коэффициент, характеризующий колебание рынка.

Валовая прибыль при реализации готовой продукции зависит от $C_{дог}$ и $C_{полн}$.

$$\Pi_{Дог.Вал}^{ИП} = (C_{дог}^{ИП} - C_{полн}^{ИП} \times k_{ндс}) \times V^{ИП}. \quad (5)$$

Для реализации проекта, основанного на оптимизации технологического процесса, требуется капитал на основные фонды, оборотные средства предприятия, связанные с заменой материала, формирование ФОТ и $K_{ФОССТИС}^{ИП}$.

$$K_{Востр}^{ИП} = K_{ОФ}^{ИП} + K_{ОС}^{ИП} + K_{ФОТ}^{ИП} + K_{ФОССТИС}^{ИП}. \quad (6)$$

Собственные средства организации на реинвестирование составят

$$K_{Соб}^{ИП} = ФРП^{ИП} + \sum A_r^{Об} + ОФ^{Выб} + ОС^{Выв} + ГС + C_{п.В.зн} + ДЭА \quad (7)$$

Собственные средства на реинвестирование могут пополняться за счёт: государственных субсидий ГС для предприятий, участвующих в выполнении приоритетных национальных программ; спонсорских взносов партнёров по бизнесу $C_{п.В.и.}$, участвующих в развитии проекта; дополнительной эмиссии акций ДЭА, выпущенных организацией.

Заёмные средства на ИП составят:

$$K_{\text{Заём}}^{\text{ИП}} = K_{\text{Востр}}^{\text{ИП}} - K_{\text{Соб}}^{\text{ИП}} \text{ тыс. руб.}$$

Эффективность инвестиций в трудовую деятельность организации, рассмотренных в работах [8–10], способствовала расчёту чистого дохода ЧД от мероприятий проекта, основанного на модуле расчёта снижения издержек производства:

$$\text{ЧД} = \Pi_{\text{ВАЛ}}^{\text{ИП}} \times d_{\text{ч}} \times d_{\text{чд}}.$$

Анализ профессионального состава персонала предприятия

Основы формирования системы обучения и переподготовки персонала, рассмотренные в работах [20–22], способствовали формированию кадрового резерва, основанного на обучении и переподготовке персона-

ла с целью повышения профессиональной компетенции работников анализируемой организации. Профессиональный уровень сотрудников определяется их возрастом, стажем работы, уровнем полученного образования и т.п., следовательно, для анализа трудового потенциала необходимо выявить изменения в составе работников по образовательному цензу и повышению профессиональной компетенции, полученные в результате действия рассмотренного проекта (табл. 2) [6, 7, 12].

Реорганизация производства в конце 2018 г. и начале 2019 г., а также переход на выпуск продукции высокого качества, безусловно, вызвали некоторое изменение численности персонала. Последующая оптимизация трудовых процессов, а также обучение и переподготовка кадров способствовали стабилизации численности персонала организации в 2020 г. Заключённый договор с ведущими вузами города, например с СибГИУ, позволил повысить долю сотрудников с высшим образованием до 35,8%. Кроме того, необходимо отметить рост уровня профессиональной компетенции работников в результате обучения в СибГИУ.

Таблица 2

Образовательная структура персонала организации за 2018–2020 гг.

Показатели	Образование сотрудников организации	Значение показателей: численность (чел.)/процент		
		2018 гол	2019 гол	2020 год
Численность персонала по образованию, чел./%	Высшее образование	6209 / 31,0%	6284 / 31,8%	6290 / 35,8%
	Среднее профессиональное образование	4456 / 22,3%	4362 / 22,1%	3906 / 22,2%
	Начальное профессиональное образование	5904 / 29,5%	5810 / 29,4%	4130 / 23,6%
	Среднее образование	2938 / 14,7%	2768 / 14,1%	2755 / 15,7%
	Прочее	516 / 2,5%	516 / 2,6%	479 / 2,7%
	Всего	20023 / 100%	19740 / 100%	17560 / 100%

Таблица 3

Ключевые функции специалистов, определяющие эффективность проекта

Ключевые функции	Содержание функций
Формирование идей	Оптимизация производственного процесса посредством автоматизации, роботизации и компьютеризации технологического процесса
Операционный контроль	Анализ результатов оптимизации технологического процесса, построение алгоритмов и блок-схем повышения профессиональных компетенций персонала и снижения издержек производства
Повышение квалификации и переподготовка работников	Важную роль в проекте играет профессионализм руководителей и специалистов: уровень их компетенций, предприимчивость, потенциальные возможности развития, умение работать в команде.

Таблица 4

Показатели по труду и заработной плате персонала организации

Показатели по труду и заработной плате персонала	Показатели по годам			Отклонение значений 2020 г. к 2018 г.	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	темп роста %	Относит.
Плановая численность персонала, чел.	20023	19740	17 560	– 14,03	– 2463
Численность рабочих по проекту, чел.	16018	15917	15006	– 6,74	– 1012
ФОТ оплаты труда рабочих, тыс. руб/год	570792	581322	670792	14,91	100000
Зарплата персонала по проекту, руб/мес.	43 550	46 050	48 850	10,85	5300
Зарплата рабочих по проекту, руб/мес.	35634	36522	44702	13,82	6180
Чистая прибыль от реализации, млн руб.	116 325	127 237	129 237	9,99	12912
Выработка на 1-го рабочего, тыс. руб/чел.	7262,14	7993,78	8612,36	15,68	1350,22

$$P_2 = \chi_{\text{АУП}}^{\text{Об}} \cdot \Pi_{\text{АУП}}^{\text{Об}} \cdot 3\Pi_{\text{АУП}}^{\text{час}} \left[((T_{\text{Об}}^{\text{Нор}} - T_{\text{Об}}^{\text{Уск}}) \cdot T_{\text{раб}}^{\text{ли}} \cdot t_{\text{см}} + \Phi) \cdot \left(1 - \frac{100}{100 + \Delta\Pi} \right) \right]. \quad (8)$$

Анализ деятельности, связанной с уровнем профессиональной компетенции работников, позволяет выделить ключевые функции сотрудников, определяющие успех разработанного проекта (табл. 3).

Анализ показателей по труду и заработной плате (табл. 4). Анализ необходим для выявления динамики среднесписочной численности, среднемесячной заработной платы и производительности труда за период 2018–2020 гг.

Благодаря реализации проекта управления развитием профессиональной компетенции персонала, в 2020 г. выросли темпы роста производительности труда, которые составили 15,68% за счёт предложенных мероприятий, это, безусловно, будет опережать темпы роста заработной платы 13,82% с учётом инфляции (5,6%), что соответствует социально-экономической политике РФ [9, 10, 12]. В результате обучения, переподготовки и повышения квалификации персонала произошло повышение производительности труда на 2,3%.

Эффективность мероприятий за счёт роста производительности труда АУП рассчитывается по формуле (8).

Эффект за счёт роста производительности труда АУП достигается в результате: увеличения численности управленческих работников, прошедших обучение $\chi_{\text{АУП}}^{\text{Об}}$; повышения стоимости одного часа обучения работника управления $\Pi_{\text{АУП}}^{\text{Об}}$; снижения $T_{\text{Об}}^{\text{Нор}}$ нормативно-планируемого времени обучения АУП; повышения среднечасовой оплаты труда $3\Pi_{\text{АУП}}^{\text{час}}$ работников АУП; времени ускорения обучения $T_{\text{Об}}^{\text{Уск}}$ работников АУП; повышения производительности труда $\Delta\Pi$ АУП в результате обучения.

Пример. На основе анализа производственно-финансовой деятельности организации установлены данные по осуществлению мероприятий, например $\Phi^{\text{б}} = 1680$ ч; $\chi_{\text{АУП}}^{\text{Об}} = 25$; $\Pi_{\text{АУП}}^{\text{Об}} = 282$ руб/час; $T_{\text{Об}}^{\text{Н}} = 2$ мес. В результате внедрения мероприятий по совершенствованию СУП получены данные: $T_{\text{Об}}^{\text{У}} = 1,8$ мес.; $\Delta\Pi = 2,3\%$; $3\Pi_{\text{АУП}}^{\text{час}} = 286$ руб/час. Подставив значения затрат в формулу (8), получим P_2 :

$$P_2 = 25 \cdot 282 \cdot 286 \cdot \left[[(2 - 1,8) \cdot 21 \cdot 8 + 1680] \cdot \left(1 - \frac{100}{100 + 2,3} \right) \right] = 77681,7 \text{ тыс.руб.}$$

Заключение

Резюмируя, отметим, что развитие профессиональной компетенции работников включает систему управленческих меропри-

ятий, методов и технологий, направленных на повышение уровня профессионального потенциала работников для обеспечения высокой эффективности функционирова-

ния организации. На профессиональное развитие персонала организация тратит значительные средства – от 2 до 9% ФОТ, от которых ожидается как рост производительности труда, так и рост вклада каждого работника в достижение целей организации. Основными методами алгоритмического обеспечения развития компетенций работников являются модули векторов: а) начальное состояние производственного процесса – технологический процесс; б) оптимизация производственного процесса посредством автоматизации, роботизации и компьютеризации технологических операций; в) обучение и переподготовка персонала с целью повышения профессиональной компетенции; г) модуль расчёта снижения издержек производства за счёт оптимизации технологического процесса и повышения профессиональных компетенций персонала организации.

Список литературы

1. Akintoye I.R. Management and organization: a book of readings. Akure. I.R. Akintoye, F.I. Adidu, A.A. Owojori. Tonygay (Educational Publishers) Ltd. 2018. 526 p.
2. Amaefule E.F. Human capital accounting: should employees be classified as assets? Journal of Business and Public Policy. 2018. 2 (1). P. 56–76.
3. Armstrong M. Human Resource Management Practice: учебник. СПб.: Питер, 2016. 848 с.
4. Johnston R.E., Douglas J. The power of strategy innovation for management personnel's Amacon. New York. 2013. P. 6–12.
5. Бухалков М.И. Управление персоналом: учебник. М.: ИНФРА-М, 2012. 400 с.
6. Кибанов А.Я. Компетентностный подход в управлении персоналом: учебно-практическое пособие. М.: Проспект, 2014. 72 с.
7. Маслова В.М. Управление персоналом: учебник и практикум для бакалавриата. 2-е изд., перераб. и доп. Люберцы: Юрайт, 2016. 492 с.
8. Одегов Ю.Г., Абдурахманов К.Х., Котова Л.Р. Оценка эффективности работы с персоналом: методологический подход: учебно-практическое пособие. М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2017. 752 с.
9. Бобко Т.В., Борисова Т.Н., Быстров В.А., Грекова Н.Ю., Казанцева Г.Г., Сидорова Л.Е. Человеческий фактор как основной ресурс повышения эффективности предприятия // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 5. С. 36–45.
10. Быстров В.А., Вуцан Е.С., Дьяков П.К., Вдовин Н.В. Эффективность инвестиций в трудовую деятельность // Вестник РАЕН. 2014. № 16. С. 170–178.
11. Грекова Н.Ю., Борисова Т.Н., Быстров В.А. Управление матрицей ответственности исполнителей – основа снижения издержек производства // Фундаментальные исследования. 2016. № 7 (1). С. 92–97.
12. Басакова Т.В., Быстров В.А. Эффективность кадрового планирования ОАО «КЗФ» // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Социально-экономические науки». 2011. № 3. С. 78–84.
13. Краснов С.В., Куралесова Н.О., Садова К.В. Управление эффективностью работы высококвалифицированных специалистов // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2015. № 1 (23). С. 31–36.
14. Дейнека А.В. Современные тенденции в управлении персоналом. М., 2019. 325 с.
15. Абрамова Е.А., Минасян К.Э. Компетенции персонала как объект стратегического управления // Проблемы экономики, финансов и управления производством: сб. науч. тр. вузов России. ИГХТУ – Иваново. 2017. Вып 41. С. 119–122.
16. Доценко Е.В. Особенности управления компетенциями персонала в рыночных условиях хозяйствования // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2014. № 2 (19). С. 71–77.
17. Карамзина А.Г. Интеллектуальный анализ данных для подбора персонала по профессиональным компетенциям // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 12–1. С. 56–62.
18. Чуланова О.Л. Управление персоналом на основе компетенции: монография. М.: ИНФРА-М, 2014. 120 с.
19. Булатова Г.А., Маничева А.С., Оскорбин Н.М. Методы и математические модели управления персоналом: учебное пособие. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2015. 108 с.
20. Дьяков П.К., Быстров В.А. Инвестиции в обучение работников предприятия // Недропользование XXI ВЕК. 2013. № 6. С. 23–27.
21. Гаспарович Е.О. Технологии управления развитием персонала. Екатеринбург, 2014. 208 с.
22. Кудряшов В.С., Мосеева Е.А. Основы формирования системы обучения персонала организации // Juvenis scientia. 2017. № 2. С. 45–55.

УДК 681.5

НЕЙРОКОНТРОЛЛЕР ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Веселов О.В., Светушенко С.Г.*ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: 010848_j@mail.ru*

Обеспечение стабильности качества производимой продукции напрямую зависит от технического состояния оборудования, на котором оно производится. Среди возможных дефектов, приводящих к нарушению режимов работы объекта, параметрические вносят существенный деструктивный вклад в выходные параметры. Выявить источник возникновения дефекта вплоть до элемента возможно с использованием нейроконтроллера. Используя возможности нейросетей, строится такой алгоритм диагностики, который точно определяет вид и параметры сигнала в каждой контрольной точке объекта диагностики, классифицирует его и на основании полученной классификации определяет причину, степень неисправности и неисправный элемент. Контроллер включает в себя набор типовых нейронных модулей, каждый из которых содержит набор нейронных блоков. Принцип работы основан на использовании последовательного анализа параметров выявленного дефектного устройства для установления элемента, вызвавшего дефект. Для этого используются радиально базисные нейронные сети, которые обучаются на основе созданной базы данных в результате моделирования. Данные для обучения получены на основе моделирования виртуальной модели привода. Работа алгоритма рассматривается на примере регулятора скорости привода постоянного тока. Приведена методика построения нейроконтроллера для диагностики ЭМС. В зависимости от задачи можно варьировать точность оценки параметров в широких пределах.

Ключевые слова: электромеханическая система, диагностика, алгоритм, нейронные сети, нейроконтроллер, моделирование

NEUROCONTROLLER FOR THE ESTIMATION OF TECHNICAL STATE OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

Veselov O.V., Svetushenko S.G.*Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich Stoletov,
Vladimir, e-mail: 010848_j@mail.ru*

Ensuring stability of quality of produced goods depends directly on technical condition of equipment used for their manufacture. Among the possible defects that lead to a violation of the modes of the object, parametric ones make a significant destructive contribution to the output parameters. It is possible to identify the source of the defect down to the element using a neurocontroller. Using the capabilities of neural networks, we build such a diagnostic algorithm, which accurately determines the type and parameters of the signal in each control point of the diagnostic object, classifies it, and based on the resulting classification determines the cause, degree of failure and the faulty element. The controller includes a set of typical neural modules, each containing a set of neural blocks. The working principle is based on a sequential analysis of the parameters of a detected defective device in order to identify the element that caused the defect. Radially based neural networks are used for this purpose, which are trained on the basis of the created database as a result of simulation. The data for training are obtained from the simulation of a virtual drive model. The work of the algorithm is considered on the example of a direct current c motor drive speed regulator. A method for building a neurocontroller for EMC diagnostics is presented. Depending on the task, you can vary the accuracy of parameter estimation within a wide range.

Keywords: electromechanical system, diagnostics, algorithm, neural networks, neurocontroller, modeling

Электромеханические системы автоматических и автоматизированных систем для поддержания требуемых характеристик нуждаются в оценке их фактического состояния, особенно для систем с ограниченным доступом в обслуживании или с полным его отсутствием. Во всех случаях оценка состояния выполняется с использованием специализированных систем и алгоритмов диагностирования.

Уровень сложности решаемой задачи в первую очередь определяется особенностями функционирования диагностируемой системы и той задачей, которую возлагают на диагностическую систему. При этом следует учитывать уровень детализации объек-

та, причины и виды дефектов, возможность измерения входных и выходных сигналов, конструктивные соображения и т.п.

Решение подобных задач в теоретическом плане достаточно полно представлено в трудах П.П. Пархоменко, Е.С. Сагомоняна, А.В. Мозгалевского, Д.В. Гаскарова, Л.П. Глазунова, С.П. Ксенза, А.В. Каляева, И.А. Биргера, Т.В. Алексеева, П.С. Давыдова, Я.З. Ципкина и др. и множеством технических решений [1, 2]. Показано, что системы диагностирования и алгоритмы постановки диагноза достаточно хорошо разработаны, но существует специфика, связанная с областью применения и особенностями функционирования. Заметим, что большин-

ство известных систем не учитывают особенности выполнения диагностических мероприятий, связанных с выявлением места и элемента при автономной работе систем диагностирования. Кроме того с повышением требований к качеству изделий известные алгоритмы не в состоянии обеспечить качественный диагноз и нуждаются в модификации или полной замене.

Последнее предполагает решение ряда задач, связанных с анализом полученной информации, реализацией выводов и принятия решения об использовании объекта по назначению в особых режимах функционирования, вплоть до остановки. Тогда содержанием алгоритмов диагностирования и, как следствие, управления техническим состоянием систем могут быть методы искусственного интеллекта.

Заложенные еще в прошлом столетии основы искусственного интеллекта в настоящее время с развитием электроники и средств вычислительной техники получили новые возможности. Использование методов искусственного интеллекта отражено в теоретических работах Г.С. Пospelova, Г.С. Осипова, С.В. Емельянова, В.М. Глушкова, М.Г. Гаазе-Рапопорта, Я.З. Ципкина, Э.В. Попова и зарубежных ученых Ф. Розенблатта, У. Питтса, Д. Перла, Н. Хомский, М. Ли Мински, А. Заде и др. [3–5].

Большинство работ посвящено теоретическим исследованиям в области искусственного интеллекта, включая нейронные сети и нечеткую логику. Однако в области практического применения удельный вес публикации относительно мал.

Можно указать на два возможных подхода в реализации систем диагностики на основе искусственного интеллекта: создание оригинальных нейронных сетей или применение известных, уже зарекомендовавших себя.

Используя возможности нейросетей, необходимо построить такой алгоритм диагностики, который точно определял бы вид

и параметры сигнала в каждой контрольной точке объекта диагностики, смог бы его классифицировать и на основании полученной классификации определить причину, степень неисправности и неисправный элемент.

Материалы и методы исследования

Цель управления движением представим неравенством вида $e(t) \leq \varepsilon$, $t \in [t_0, t_T]$, где $e(t) = x(t, x_0, u) - x_p(t)$ – динамическая ошибка, а параметр $\varepsilon > 0$ определяет требуемую точность осуществления движения. Допустимыми считаются сигналы, все параметры которых принадлежат области их допустимых значений. Если же значение хотя бы одного из указанных параметров выходит за область его допустимых значений, то сигналы считаются недопустимыми, следовательно, и вся система находится в состоянии, не соответствующем использованию по назначению. Оценить состояние объекта, найти дефект и принять решение о дальнейшем использовании можем с использованием нейронных сетей. Для этого необходимо выполнить анализ свойств объекта диагностирования, создать базу данных возможных дефектов, на основе которой создается база знаний, определить тип нейронной сети, настроить ее параметры на основе созданной базы знаний и выполнить исследования.

В качестве объекта будем рассматривать ПИ-регулятор скорости привода постоянного тока, упрощенная схема которого представлена на рис. 1.

Возможное изменение параметров регулятора (постоянной времени и коэффициента усиления) способно вызвать параметрический дефект, и при определенных обстоятельствах развитие такого дефекта может привести к критическому состоянию. В этом случае необходимо установить источник возникновения дефекта, для чего введем критерий обнаружения неисправности в электромеханической системе вида (*).

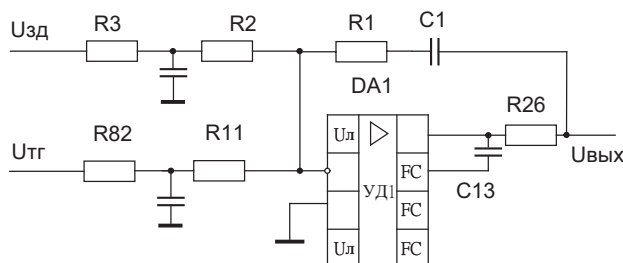


Рис. 1. Регулятор скорости

$$d = \begin{cases} 1, & \text{если } e(t) > \varepsilon \\ 0, & \text{если } e(t) \leq \varepsilon \end{cases} \quad (*)$$

Это неравенство разбивает пространство диагностических признаков $x_1, x_2, \dots, x_n$ на множества Ω_1 – множество исправных состояний (при $d = 0$) и Ω_2 – множество неисправных состояний (при $d = 1$). Определение этих состояний и их принадлежности множествам (классам) Ω_1 или Ω_2 осуществляется путём проверки в реальном времени критерия обнаружения неисправности и фиксации моментов времени $t_1, t_2, \dots, t_n$, в которые нарушается целевое неравенство. Для распознавания типа дефекта, вызвавшего неисправное состояние, необходимо дополнительно определить диагностические признаки и синтезировать диагностические правила, принимающие на неисправных состояниях $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n)$ значения, соответствующие типу дефекта. Для этого множество Ω_1 разбивается на кластеры в специально сконструированном пространстве, метрика которого такова, что в один кластер попадают объекты, близкие друг другу с точки зрения этой метрики.

Множество Ω_1 представим в виде двух подмножеств: подмножество k характеризуется функцией принадлежности $\mu_k(x_1)$, с множеством пар

$\{x^* | \mu_k(x_1), \forall x^* \in \Omega_1\}$ описывающих коэффициент усиления регулятора скорости и подмножество τ которое характеризуется функцией принадлежности $\mu_\tau(x_1)$, с множеством пар $\{x^\tau | \mu_\tau(x_2), \forall x^\tau \in \Omega_1\}$ описывающих постоянную времени регулятора. Выделяем кластеры, для которых будем создавать обучающие множества, отражающие диапазоны, в которых регулятор находится либо в идеальном состоянии, либо в допустимой зоне, либо на границе работоспособности (рис. 2). Каждый из кластеров дополнительно разбивается так, чтобы обеспечить выполнение условия (*) с заданной точностью.

Целенаправленный сбор обучающих данных можно выполнить двумя путями:

измерять параметры на реальном объекте, что не всегда осуществимо, или использовать виртуальную модель привода, максимально близко реализующую схемотехнику реального привода.

Второй путь является предпочтительным, поскольку позволяет создавать условия, которые невозможно реализовать на реальном объекте из-за возможной его поломки. Кроме того, известно, что любое явление, происходящее в приводе, отражается в выходном сигнале и важно связать его с внутренними изменениями. Созданная таблица (табл. 1) отображает тенденции в изменении параметров регулятора при изменении величин элементов схемы и является по существу источником для создания базы данных. Изменяя номиналы элементов R1, R2, C в соответствии с таблицей, получаем данные для создания базы знаний. Для этого измеряем сигналы с выхода регулятора при изменении K в большую и меньшую сторону при неизменной постоянной времени T регулятора и, наоборот, при изменении T, но при неизменном коэффициенте усиления K. Также при изменении K и T одновременно. Важно, чтобы при анализе постоянной времени в случае с изменением величины емкости данные сохранялись таким образом, чтобы соответствовали значениям величин резисторов. И, кроме того, в каждом случае при снятии сигнала числовые значения K и T выбираем таким образом, чтобы в обучающем векторе присутствовали требуемые, допустимые и опасные значения K и T.

Заметим, что сбор информации можно выполнять с любой точки привода, доступной для измерений. Обобщенным сигналом, несущим максимальное количество информации, является скорость перемещения исполнительного объекта. Единственным сдерживающим фактором является наличие нескольких одностипных регуляторов.

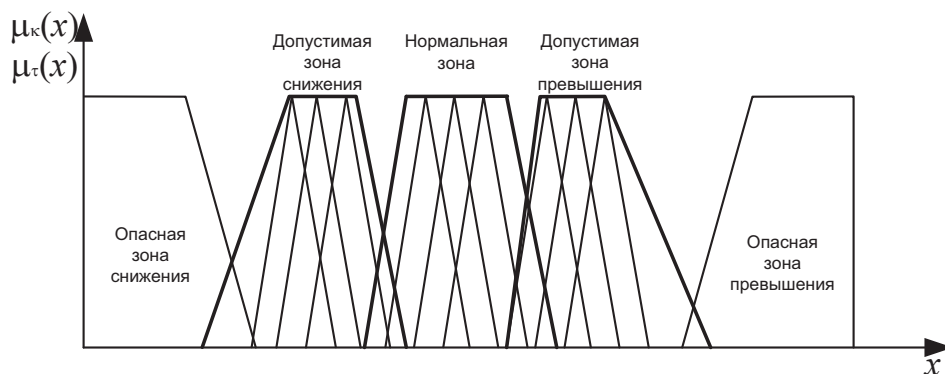


Рис. 2. Границы зон соответствия

Таблица 1

Предпосылки и заключения

Предпосылки			Заключения		Кластер
C1	R1	R2	K	T	Номер
<i>PS</i>	<i>NB</i>	<i>PS</i>	<i>PB</i>	<i>PB</i>	1
–	<i>NB</i>	<i>PS</i>	<i>PB</i>	<i>PS</i>	1
–	<i>NB</i>	–	<i>PB</i>	–	1
–	<i>NB</i>	<i>NS</i>	<i>PB</i>	<i>NS</i>	1
<i>NS</i>	<i>NB</i>		<i>PB</i>	<i>NB</i>	1
–	–	<i>PS</i>	<i>PS</i>	<i>PS</i>	2
–	<i>NS</i>	–	<i>PS</i>	–	2
–	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>PS</i>	<i>NS</i>	2
<i>PS</i>	<i>PS</i>	<i>PS</i>	<i>PS</i>	<i>PB</i>	2
<i>NS</i>	<i>NB</i>	<i>NS</i>	<i>PS</i>	<i>NB</i>	2
<i>PS</i>	<i>NS</i>	<i>PS</i>	–	<i>PB</i>	3
–	<i>NS</i>	<i>PS</i>	<i>NS</i>	<i>PS</i>	3
–	<i>PS</i>	–	<i>NS</i>	–	3
–	–	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	3
<i>NS</i>	–	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NB</i>	3
–	<i>PB</i>	<i>PS</i>	<i>NB</i>	<i>PS</i>	4
–	<i>PB</i>	–	<i>NB</i>	–	4
–	<i>PS</i>	<i>NS</i>	<i>NB</i>	<i>NS</i>	4
<i>NB</i>	<i>PS</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	4
<i>NB</i>	–	–	–	<i>NB</i>	4

Примечание: P – превышение, N – уменьшение, S – малое, B – большое, PB – превышение большое, PS – превышение малое, NB – уменьшение большое, NS – уменьшение малое.

Организационная структура процесса диагностирования приведена на рис. 3. Назначение блоков в данной структуре имеет следующее содержание. Блок оценки коэффициента усиления (NS1) выполняет функцию предварительного анализа текущего состояния электромеханической системы и вырабатывает сигнал управления коммутатором MUX.

Основная функция блока точной оценки коэффициента усиления в зоне B2 (B3,...,Bn) заключается в том, чтобы оценить коэффициент усиления с такой точностью, чтобы ее хватало для оценки постоянной времени сигнала с регулятора.

Функцией блока анализа K в зоне B2 является обработка информации с нейросетей точной оценки и передача мультиплексору оценки постоянной времени кода о найденном коэффициенте усиления. Функцией блока является и передача кода на мультиплексор вспомогательных нейросетей оценки коэффициента передачи о необходимости доопределить K.

Задача мультиплексора вспомогательных нейросетей оценки коэффициента – это

передача сигнала с регулятора на вход одной из вспомогательных нейросетей оценки K по сигналу от блока оценки K в зоне B2. Роль мультиплексора выполняет блок логического анализа A, который перенаправляет процесс передачи информации, связывая входы и выходы или выводит конкретное значение результата оценки параметра в рассматриваемой зоне. Вспомогательные нейросети необходимы для оценки K с более высокой точностью.

Блок анализа результатов работы вспомогательных нейросетей обрабатывает информацию со вспомогательных нейросетей и передает мультиплексору MUXt оценки постоянной времени код о найденном коэффициенте усиления.

Передача сигнала с регулятора на вход одного из трех блоков точной оценки K осуществляется мультиплексором.

Коммутатор дефектов K, объекта диагностики, по сигналу приходящего с сумматора или от мультиплексора оценки K, активизирует тот информационный экран, в котором содержится сообщение о виде и степени дефекта.

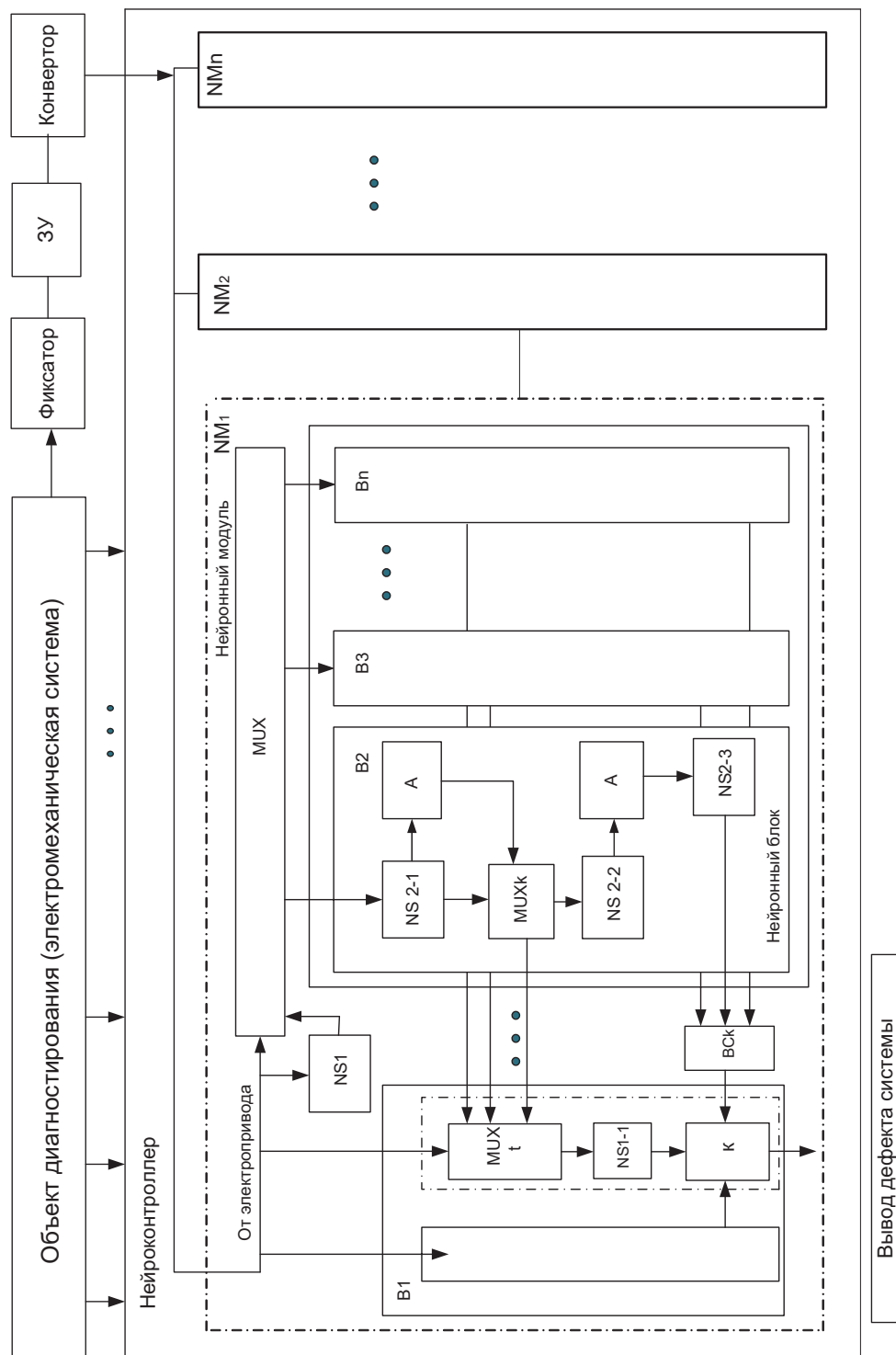


Рис. 3. Структура системы диагностики.

NS1 – блок оценки коэффициента усиления; NS1-1 – блок оценки постоянной времени; B2 – Bn – блоки точной оценки коэффициента усиления в зонах;
 K – коммутатор дефектов; MUX – мультиплексор переключения кластеров; B2 – Bn – мультиплексор оценки коэффициента усиления;
 MUXt – мультиплексор оценки постоянной времени; BCK – блок коррекции коэффициента усиления;
 NS, NS1, NS2 – нейронные сети распознавания соответствующих зон, A – блоки анализа зон

Принцип работы заключается в следующем. Считывается сигнал скорости снимаемого с датчика привода. Этот сигнал одновременно поступает на все нейронные сети контроллера. Нейронная сеть NS1 выполняет анализ кластера, в котором находится ЭМС в текущий момент времени. На основании этой информации происходит выбор нужного кластера B1, B2–Bn путем переключения выходов с использованием коммутатора MUX, и оценивается величина коэффициента усиления регулятора с использованием НС NS2-1 (в зависимости от кластера). Если достаточно точности оценки коэффициента, т.е. неравенство (*) выполняется, то MUXk подключает нейронную сеть оценки постоянной времени NS1-1 с использованием коммутатора MUXt.

Если в базе знаний не находится прямого соответствия между коэффициентом усиления и постоянной времени, то MUXk передает управление на сеть уточненной оценки величины K и затем вновь подключается НС оценки постоянной времени. В результате через коммутатор K выводятся величины коэффициента усиления и постоянной времени регулятора. В зависимости от заданной точности возможно подключение НС NS2-3 следующего уровня для более точной оценки параметров регулятора. По существу оценка параметров с точностью до 0,01 вполне удовлетворительная. Поэтому в структуре контроллера представлены три уровня НС.

Результаты исследования и их обсуждение

Проверка работоспособности проводилась на основе моделирования работы рассмотренного контроллера с использованием Matlab в двух вариантах. В первом варианте с использованием Simulink и NNTool была построена структура контроллера. Во втором с использованием возможности программирования в нотациях Matlab были написаны программные коды, полностью реализующие цикл работы диагностической системы, начиная с обучения и заканчивая установлением дефекта в объекте. И в том и в другом случае собираются обучающие данные с объекта, которые имеют общие подходы, но различную реализацию.

Учитывая особенности принятого принципа работы НС, выполнялся сбор данных с использованием виртуальной модели привода постоянного тока [6]. Сбор данных для обучения – достаточно трудоемкая работа, потребовавшая написания программных кодов и создания модели структуры. Учитывая, что реальная система должна работать в темпе работы диагностируемого

оборудования, возник вопрос об объеме обучающих выборок и длин обучающих векторов $\mathbf{x}_i = [\mathbf{x}_{i,1}, \mathbf{x}_{i,2}, \dots, \mathbf{x}_{i,p}]$. При этом необходимо учитывать способ ввода информации с реального объекта, такт квантования сигнала и разрядность вводимой информации. В модели использовали структуру, содержащую фиксатор нулевого порядка, запоминающее устройство и преобразователь двухстрочного вектора в вектор-строку.

Нейронные сети обладают различной способностью к кластеризации. Какие-то сети менее эффективны (например, персептрон), другие более эффективны (например, РБФ-сети). Поэтому выбор сети и проверка ее способности к кластеризации используемых данных в рамках решаемой задачи важны. Оценкой результата обучения будет ошибка равная $e = \max |d_i - F(\mathbf{x}_p, \mathbf{w})|$. Здесь d_i – известный выходной сигнал динамической системы. $F(\mathbf{x}_p, \mathbf{w})$ – функция преобразования входного сигнала динамической системой и этап измерения, связанный с вычислением выходного сигнала нейронной сети по известным входным сигналам и коэффициентам нейронной сети: $y_i = F(\mathbf{x}_p, \mathbf{w})$. При этом следует учесть, что ошибка может иметь не единственный локальный минимум. В результате обучения ошибка допустима, поэтому изменять структуру нейронной сети, усложнять ее, увеличивать число нейронов или слоев нет необходимости. В процессе моделирования лучшие результаты получены с использованием вероятностных нейронных сетей. Нейронная сеть первого уровня NS1 имеет 101 нейрон внутреннего слоя и 5 нейронов в выходном слое, что соответствует пяти рассматриваемым состояниям. Такое число элементов в используемой сети уменьшает число нейронов, с одной стороны, и увеличивает быстроедействие, с другой. Число оцениваемых состояний может быть любым и определяется поставленной задачей.

Собранные данные объединяются в матрицы, и каждой из них ставится в соответствие матрица векторов целей, образуя при этом пары векторов $\{\mathbf{x}_p, \mathbf{y}_i\}$. Вектор целей $\mathbf{y}_i$ формируется на основе технических характеристик, приведенных в документации. Таким образом, объекты оказываются однозначно распределенными по четким классам.

Все нейронные сети в контроллере строятся по одному принципу. Отличие только в числе нейронов в выходном слое. Базовая НС (табл. 2, п. 1) представлена вероятностной сетью, дополненной линейной сетью (табл. 2, п. 2). НС точной оценки параметров (табл. 2, п. 3) обеспечивает заданную точность.

Таблица 2

Назначение устройств и выполняемые задачи

Номер	Функциональное устройство	Решаемая задача
1		Нейронная сеть первого уровня NS1 (Вероятностная сеть) $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{1i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{2i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{3i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{4i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{5i}$
2		Линейная нейронная сеть $k_1 \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_2 \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_3 \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_4 \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_5 \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$
3		Нейронная сеть точной оценки (Вероятностная сеть) $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{1i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{2i}$ $x_i = [x_{i,t}, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-p}] \rightarrow k_{3i}$
4		Линейная нейронная сеть $k_{1i} \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_{2i} \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$ $k_{3i} \rightarrow y_j = [y_{j,t}, y_{j,t-1}, \dots, y_{j,t-p}]$
5		Блок анализа if in1 =d1 then out 1 else if in1 =d2 then out 2 else
6		Коммутатор In1 Out1(2...5) In2 $k_i = k_{1i} \dots k_{5i}$

Особенность такого решения связана с тем, что кроме номера кластера нам важно получить конкретное значение исследуемого параметра. Конкретное значение параметра используется для управле-

ния передачей данных между НС точной оценки параметров. Так же передается исследуемый сигнал на входы нейронных блоков точной с использованием основ коммутаторов.

Коммутаторы, часть из которых (табл. 2, п. 5) выполняет анализ на основе логических уравнений и передает полученный параметр, а часть (табл. 2, п. 6), передает сам сигнал, выполняя функции демультиплексора.

Результатом работы нейроконтроллера является вывод сообщения о параметре, содержащем конкретные величины коэффициента усиления и постоянной времени в контролируемом блоке. Если в ЭМС системе имеется техническая возможность изменять параметры, то процесс автоматически введет коррекцию, возвращая истинное значение параметра в соответствующем устройстве.

В эксперименте использовались коэффициенты усиления в диапазоне 1,5–3 (15–25) и постоянные времени 0,01–0,05 (0,01–0,08). Критические значения выводились сообщением об ошибках $K > K_{к1}$, $K < K_{к2}$, а значения коэффициента усиления и постоянной времени в числовом виде.

Заключение

Рассмотренный в статье метод показал удовлетворительные результаты и может быть использован для диагностики электро-механических приводов станков и роботов. Привод не требует конструктивных изменений. Достаточно подключить измерительное устройство к исследуемому объекту и загрузить соответствующий программный модуль (обучение или диагностирующий процесс). Реализовать метод лучше всего в виде двух программных модулей,

один из которых решает задачу сбора данных для обучения нейроконтроллера и его обучение, а второй непосредственно выполняет процесс анализа параметров регуляторов в динамических режимах. Наиболее трудоемкой задачей является сбор данных и обучение нейронных сетей. Рассмотренный метод применим к решению любой задачи, связанной с контролем параметров в электроприводе.

Список литературы

1. Тимофеев А.В., Косовская Т.М. Нейросетевые методы логического описания и распознавания сложных образов // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 4 (27). С. 144–153.
2. Янковская А.Е., Гедике А.И. Интеллектуальная подсистема построения отказоустойчивых безусловных диагностических тестов и принятия решений на их основе // XIV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (Казань, 24–27 октября 2014 г.). Труды конференции. В 3-х т. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 93–101.
3. Battyshin I.Z. Theoretical bases of the methods of construction of association measures in intelligent data analysis // XIV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (Казань, 24–27 октября 2014 г.). Труды конференции. В 3-х т. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 243–251.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход / Пер. с англ. и ред. К.А. Птицына. 2-е изд. М.: Вильямс, 2017. 1407 с: ил., табл.
5. Сапрыкин О.Н. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие. Самара: Издательство Самарского университета, 2020. 79 с.
6. Веселов О.В., Сабуров П.С., Перепелкин В.М. Виртуальная модель привода постоянного тока для задач диагностики // Известия высших учебных заведений. Электро-механика. 2018. Т. 61. № 6. С. 51–60.

УДК 004.93'1

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЫХ АНОМАЛИЙ
ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ****Забержинский Б.Э., Золин А.Г., Беда Д.А., Богданова Е.М.,
Гусинская Д.А., Маркова Э.А.***ФГАОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: zab.borislav@gmail.com, katya-b2000@yandex.ru, daniil-tlt@mail.ru*

Настоящее исследование посвящено разработке алгоритма визуализации и определения характеристик выбоин и неровностей непосредственно из зашумленных сигналов, полученных с помощью акселерометра. Для решения поставленной задачи используется разработанный фильтр на основе интегрального вейвлет-преобразования с последующим разложением сигналов на шкалы, которые были сопоставлены друг с другом и отфильтрованы с использованием пространственного фильтра. Результатом исследования служат обнаруженные дорожные аномалии на основе системы фиксированных порогов, характеристика которых была достигнута с использованием уникальных признаков, извлеченных из отфильтрованных вейвлет-коэффициентов. Апробация результатов применения разработанного фильтра демонстрирует высокий уровень точности обнаружения и характеристики дорожных аномалий и низкий уровень ложных срабатываний. Будущие работы будут сосредоточены на разработке адаптивных механизмов для изменения порогового значения алгоритма на основе различных наборов измерений, а не статического порогового значения, рассматриваемого на данном этапе нашего исследования. Кроме того, будут изучены механизмы передачи информации о характерных дорожных аномалиях между транспортными средствами или между транспортным средством и придорожной инфраструктурой в типичных системах VANET. Текущее исследование способствует улучшению характеристик дорожных аномалий для будущего использования в автономных транспортных средствах.

Ключевые слова: дорожные аномалии, неровности, пространственный фильтр, визуализация, вейвлет-преобразования

**DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR VISUALIZATION
AND DETERMINATION OF CHARACTERISTICS
OF ROAD ANOMALIES FOR AUTONOMOUS VEHICLES****Zaberzhinskiy B.E., Zolin A.G., Beda D.A., Bogdanova E.M.,
Gusinskaya D.A., Markova E.A.***Samara State Technical University, Samara,
e-mail: zab.borislav@gmail.com, katya-b2000@yandex.ru, daniil-tlt@mail.ru*

The present study is devoted to the development of an algorithm for visualization and characterization of potholes and irregularities directly from noisy signals obtained using an accelerometer. To solve the problem, the developed filter based on the integral wavelet transform is used, followed by decomposition of the signals into scales, which were compared with each other and filtered using a spatial filter. The result of the study is the detected road anomalies based on a system of fixed thresholds, the characterization of which was achieved using unique features extracted from filtered wavelet coefficients. Approbation of the results of applying the developed filter demonstrates a high level of accuracy in detecting and characterizing road anomalies and a low level of false positives. Future work will focus on developing adaptive mechanisms to change the algorithm threshold based on different sets of measurements rather than the static threshold considered at this stage of our study. In addition, the mechanisms for transmitting information about characteristic road anomalies between vehicles or between a vehicle and roadside infrastructure in typical VANET systems will be studied. The current research contributes to improving the performance of road anomalies for future use in autonomous vehicles.

Keywords: road anomalies, bumps, spatial filter, visualization, Wavelet transforms

Автономные транспортные средства – это транспортные средства, способные воспринимать окружающую среду и перемещаться без участия человека на различных участках, особенно на асфальтированных дорогах. Способность к автонавигации во многом зависит от способности автомобиля отслеживать и точно интерпретировать состояние дорожного покрытия [1]. Таким образом, разработка эффективных механизмов мониторинга дорожного покрытия значительно повысит жизнеспособность автономных транспортных средств,

одновременно способствуя сокращению связанных с ними дорожно-транспортных происшествий во всем мире [2–4].

При мониторинге дорожных покрытий акселерометры часто предлагаются для использования в автономных транспортных средствах [3, 5, 6]. Так, в работе [7] авторы использовали подход машинного обучения для классификации дорожных покрытий на гладкие или неровные, используя сигналы, полученные от акселерометра на базе мобильного телефона и гироскопа, что позволило выявлять до-

дорожные аномалии с относительно высокой точностью, однако не учитывалась проблема характеристики аномалий. В [8] для обнаружения аномалий была разработана система патрулирования выбоин, состоящая из транспортного средства, оснащенного датчиком акселерометра для мониторинга и обнаружения выбоин. Данные акселерометра, собранные во время драйв-тестов, передавались через Wi-Fi в центральную базу данных, где они использовались для применения метода опорных векторов для последующей кластеризации измеренных данных об ускорении. Аналогичным образом в [9] был предложен подход к обработке измерений, полученных с лазерного профилометра, в сторону профилирования дорожных покрытий. Результаты показали, что метод дискретного вейвлет-преобразования лучше подходит для профилирования дорожного покрытия, чем метод спектральной плотности мощности.

Акселерометр – это устройство, измеряющее ускорение тела (например, транспортного средства, самолета или ракеты) относительно перегрузки [4]. Выходные данные акселерометра можно рассматривать как серию измерений с временной выборкой, на которые влияет движение наблюдаемого тела (в данном случае транспортного средства) в трехмерном пространстве. Однако известная и широко распространенная проблема обработки измерений акселерометра заключается в их зашумленности [2]. Случайность в сигналах ускорения часто делает обнаружение дорожных аномалий сложным процессом, а характеристику – еще более сложной, а иногда и невыполнимой задачей [3–6]. В этом случае под обнаружением мы подразумеваем идентификацию аномалии, а характеристику определяем как распознавание типа воспринятой аномалии – выбоина или неровность. Таким образом, предоставление новых методов для улучшения обнаружения и характеристики дорожных аномалий обуславливает актуальность и необходимость разработки алгоритма визуализации и определения характеристик

дорожных аномалий для автономных транспортных средств.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является разработка алгоритма характеристики дорожных аномалий (АХДА), который основан на алгоритме пространственной фильтрации масштаба вейвлет-преобразования (АПФ). Алгоритм АПФ обрабатывает сигналы ускорения, разлагая их на несколько шкал, что происходит путем корреляции разложенных вейвлет-коэффициентов сигнала по соседним шкалам, а затем фильтрации зашумленных выборок с помощью спроектированного пространственного фильтра. АХДА выделяет характеристики, используя две уникальные функции, позволяющие отличить выбоины от неровностей.

Материалы и методы исследования

Общая конструкция предлагаемой системы представлена на рис. 1. Исходным этапом зондирования дорожного покрытия и реализации алгоритма служит разработка системы сбора данных. Тремя основными задачами данного этапа служат процесс сбора данных о дорожном покрытии с использованием акселерометра, инициализация входных параметров и отображение данных для визуального осмотра и анализа.

Отметим, что акселерометр был запрограммирован с использованием LABVIEW для упражнений по сбору данных с частотой дискретизации 30 Гц посредством нескольких драйв-тестов. В рамках данного исследования была внедрена глобальная система позиционирования (GPS) для обнаружения дорожных аномалий, для чего был запрограммирован микроконтроллер Arduino в интегрированной среде разработки Arduino (IDE). По сути, система инициализирует модуль GPS для регистрации времени сбора данных, а затем записывает соответствующие координаты долготы и широты места, где были получены данные. Частота дискретизации GPS была установлена на уровне 1 Гц, что оказалось достаточным для предоставления точек данных о местоположении во время драйв-теста [9].

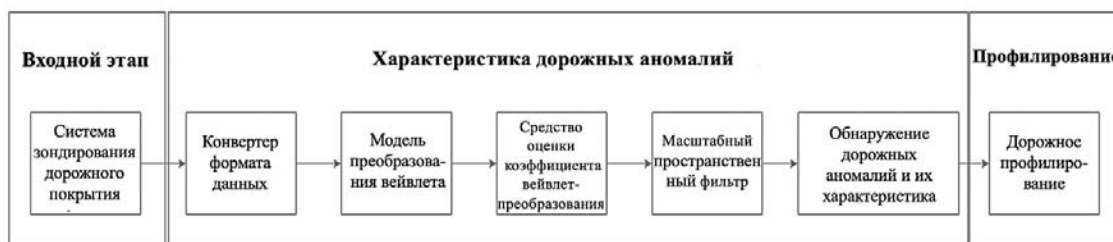


Рис. 1. Блок-схема системы обнаружения, описания и профилирования дорожных аномалий

В качестве приблизительного показателя шероховатости в описании качества дороги используется стандартное отклонение сигнала ускорения, полученного за определенный период. На основании индекса шероховатости был разработан алгоритм оценки неровностей дороги для определения гладкости дорожного покрытия. Если значение индекса шероховатости ниже определенного фиксированного порогового значения, алгоритм решает, что дорожное покрытие гладкое, подразумевая, что транспортное средство находится на асфальтированной дороге, и активирует алгоритм обнаружения и описания аномалий, который будет описан далее. Однако, если значение индекса выше порогового значения, алгоритм переходит в режим ожидания, отмечая, что проезжаемая дорога может быть не асфальтовой и, следовательно, обычно неисправной. В течение периода пребывания программа отображает сообщение «Неровная дорога», а алгоритм обнаружения и характеристики дорожных аномалий активируется только тогда, когда измеряемый индекс неровности ниже порогового значения.

Следующим этапом обработки данных служит характеристика дорожных аномалий, в рамках которой разработанный алгоритм характеристики использует теорию вейвлет-преобразования (ВП) и метод фильтрации шума, чтобы характеризовать дорожные аномалии как выбоины или неровности. Используемая техника фильтрации позволяет отфильтровать шум от сигналов ускорения, отмечая, что зашумленные выборки имеют более низкие значения корреляции по возрастающей шкале ВП. Данный метод фильтрации был принят, поскольку он обрабатывает сигналы как по частотной, так и по временной шкале, что позволяет лучше распознавать сигналы со скрытыми функциями, которые впоследствии можно использовать как для обнаружения, так и для определения характеристик дорожных аномалий.

Как было отмечено ранее, для преобразования формата данных используется программное обеспечение LABVIEW для программирования акселерометра. Мы рассматриваем измерение акселерометра по оси Z, поскольку оно напрямую связано с вертикальным смещением транспортного средства, вызывающим различные реакции, когда транспортное средство либо спускается в выбоину, либо поднимается по неровности. Сигнал акселерометра, полученный из точки «А», обычно выводится программным обеспечением LABVIEW в формате «.xml», который был преобразован в подходящий формат MATLAB

«.mat» для дальнейшей обработки. Отметим, что для разработки наших алгоритмов применяется программное обеспечение MATLAB, в котором данные переносятся из столбца в вектор-строку, а затем возводятся в соответствующую двоичную степень двойки и дополняются нулями, если размер данных меньше значения экспоненты. Результат процесса преобразования передается алгоритму определения характеристик.

В рамках исследования и разработки алгоритма была применена модель преобразования вейвлета и выдвинута гипотеза о возможности принятия теории ВП для фильтрации сигналов ускорения и их исследования, как по частоте, так и по времени. Наша гипотеза основывалась на представлении о возможности рассмотрения временных областей сигнала в дополнение к их частотному измерению, для получения новой шкалы выявления неизвестных и скрытых особенностей сигнала. Используемая дискретная модель ВП выражается в уравнении (1). Для определения подходящей базисной функции $\Psi_{j,k}(x)$ были визуальным образом изучены различные модели функций, такие как функция мексиканской шляпы (Морле), получаемой двукратным дифференцированием функции Гаусса, Хаара, Добеши, Койфлета и вейвлет-функции Мейера. Их паттерны визуальным образом сравнивались с типичными сигналами ускорения с целью выявления наиболее похожих, в результате чего было обнаружено, что базисная функция вейвлета Добеши выдает наилучший результат. Тем не менее данные функции были проанализированы, и их характеристики представлены в разделе результатов. Принятая нами дискретная модель ВП обычно выражается как

$$f(x) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \Psi_{j,k}(x) W(j,k), \quad (1)$$

где $\Psi_{j,k}(x)$ – нормированная двойная базисная функция, J – максимальное количество шкалы разложения, K – положение максимума в шкале исходного сигнала, $W(j,k)$ – фактическое масштабное пространственное разложение при разных масштабах разрешения, j – индекс масштабов, а k – позиция индекса в исходном пространстве сигналов. Несколько членов функциональной семьи функции Добеши были реализованы в соответствии с формулой

$$\Psi_{a,t}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{x-t}{a}\right) \text{ для } a \neq 0, t \in R \quad (2)$$

где a – диадический масштабный параметр, $1/\sqrt{a}$ – разрешение, $t = ka$ – диадиче-

ский смещающий параметр. Масштабные переменные были дискретизированы, расширены и переведены для получения диалектического ВП с использованием

$$\Psi_{j,k}(x) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} \Psi\left(\frac{x-k}{2^j}\right), \quad (3)$$

где k – индекс смещения $(0, \pm 1, \pm 2, \dots)$. Опишем, как эти функции в (1)–(3) были использованы в нашем подходе к характеристике дорожных аномалий.

При оценке коэффициентов вейвлет-преобразования коэффициенты $f(x)$ записываются как

$$W(j, k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \Psi_{j,k}(x) dx, \quad (4)$$

где $\Psi_{j,k}(x)$ соответствует значениям функции, вычисленным в (3). При увеличении масштабного коэффициента j значения коэффициента либо остаются постоянными, либо увеличиваются, когда фронты сигнала становятся положительно коррелированными. С другой стороны, выборки шума имеют тенденцию уменьшаться при более высоких масштабах вследствие некорректной корреляции. Используя эти свойства, мы без труда извлекли компоненты шума из интересующих частей, соответствующих аномальным точкам в наборе данных. Далее опишем процесс фильтрации на основе оценочных значений коэффициентов. Был реализован алгоритм масштабной пространственной фильтрации в соответствии с [9, 10] для фильтрации шума. Данный алгоритм коррелирует вейвлет-коэффициенты, напрямую перемножая их по соседним шкалам. Это можно смоделировать как

$$\Omega_j(j, k) = \prod_{i=0}^{J-1} W(j+i, k), \quad (5)$$

где Ω представляет собой функцию пространственной корреляции, J – количество шкал умножения, а $W(j+i, k)$ и $(j+i)$ – вейвлет-коэффициенты в i -м масштабе. Следуя (5), выборки шума идентифицируются и выделяются в более высоких масштабах на основе их низких значений корреляции. Этот процесс объясняется с учетом того, что коэффициенты вейвлет-преобразования первого и второго масштаба равны $W(1, k)$ и $W(2, k)$ соответственно. Затем эти две шкалы перемножаются для $j = 1$ в (5) следующим образом:

$$\Omega_2(1, k) = W(1, k)W(2, k). \quad (6)$$

Для улучшения обнаружения мы сочли целесообразным использовать $\Omega_2(1, k)$,

а не $W(1, k)$ или $W(2, k)$ потому что он дает большие отклики в увеличивающихся масштабах.

Разработанный алгоритм обнаружения дорожных аномалий отслеживает фронты сигнала в сигнале с шумоподавлением для обнаружения точек, соответствующих дорожным аномалиям в сигнале. Заключительным элементом системы является профилометр дорожного покрытия, который был разработан для профилирования дорожного покрытия с использованием GPS-координат, полученных на этапе сбора данных. Он предоставляет карту различных аномальных точек, существующих на поверхности дороги, и состоит из сценария языка гипертекстовой разметки (HTML), написанного и взаимодействующего с картой Google. Выходные данные сценариев HTML и карт Google визуализируются с помощью веб-браузера. Входные данные для координат долготы и широты местоположения транспортного средства доступны через интерфейс браузера, и профилометр предоставляет водителям информацию о состоянии дорожного покрытия, чтобы улучшить процесс вождения.

Результаты исследования и их обсуждение

Цель результатов, представленных в этом разделе, – продемонстрировать способность наших алгоритмов точно обнаруживать и характеризовать дорожные аномалии. Кроме того, в табличном представлении результатов представлена частота ложных срабатываний, точность и коэффициент точности для способности алгоритма обнаруживать аномалии, а результаты характеристик сообщаются с точки зрения идентификации либо неровностей, либо выбоин.

При получении результатов извлечения признаков алгоритм предоставил уникальные функции, которые были использованы для характеристики дорожных аномалий по шумным сигналам ускорения. Было проведено несколько кампаний по измерению сигнала ускорения на разных дорожных покрытиях с использованием разных транспортных средств.

Представим два иллюстративных примера, демонстрирующих сигналы ускорения, полученные над выбоинами и ухабистыми дорожными покрытиями на рис. 2, а и г, соответственно. На рис. 2, а, представлены сигналы ускорения транспортного средства, полученные на асфальтированной дороге, содержащей только выбоины, а на рис. 2, г, представлены измерения ускорения на асфальтовой дороге, имеющей только неровности.

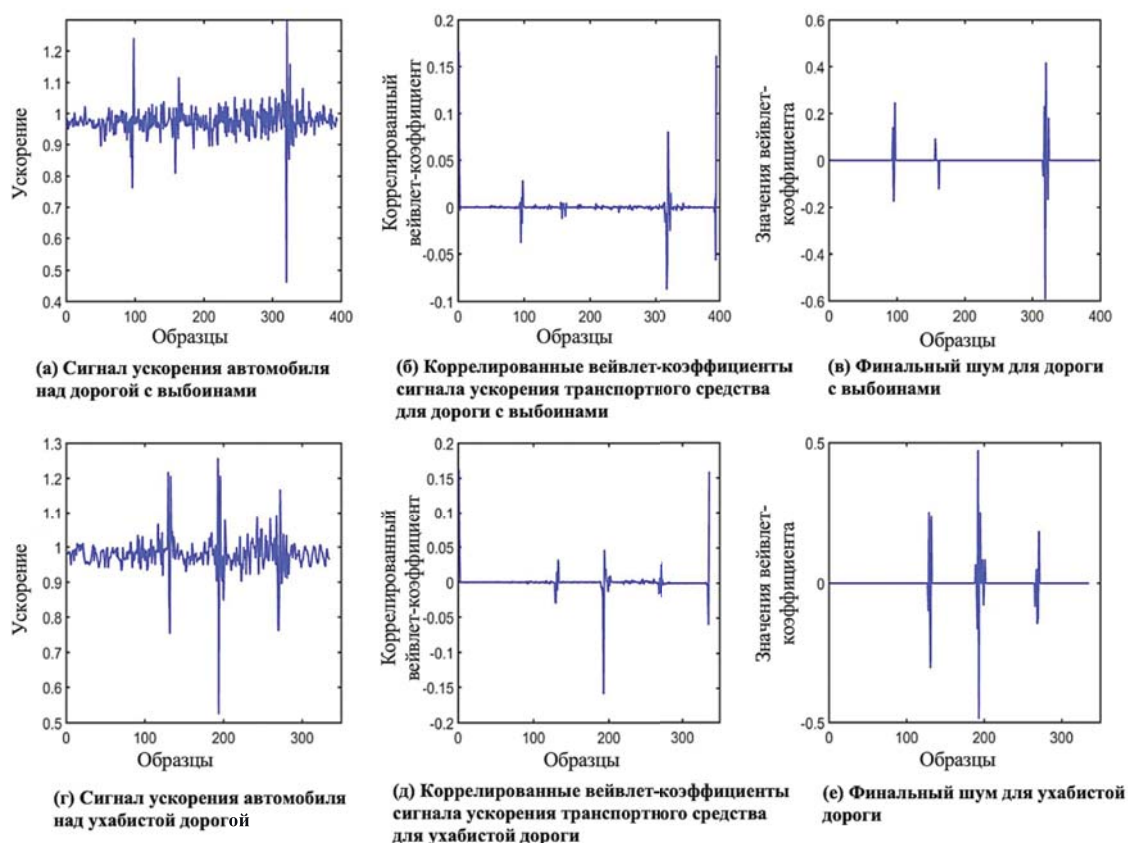


Рис. 2. Результаты на разных этапах процесса характеристики



Рис. 3. Профилированная дорога с метками выбоин

Результаты алгоритма, показывающие выходы коррелированных вейвлет-коэффициентов на рис. 2, б и д, для дорожных покрытий с выбоинами и неровностями со-

ответственно. Мы видим, что данные коэффициенты представляют более точную версию зашумленных измерений, показанных на рис. 2, а и г, соответственно.

Эти данные были обработаны алгоритмом и очищены от шума для получения конечных результатов, показанных на рис. 2, в и е, для дорожных покрытий с выбоинами и неровностями соответственно. Эти выходные данные обеспечивают две уникальные функции, показанные на рис. 2, а и б, для описания выбоин и неровностей соответственно. Основу этих особенностей можно объяснить следующим образом: транспортное средство обычно спускается в выбоину перед тем, как выбраться из нее, при подъеме по кочке и перед спуском по кочке. Эти различные модели движения отражаются в сигнале ускорения, который АХДА четко определяет, используя алгоритм АПФ.

В рамках исследования обеспечивается визуальное представление выходных данных дорожного профилирования, демонстрирующих как выбоины, так и неровности, что было апробировано для нескольких выбранных аномалий, соответствующих GPS-координатам. Красные метки на рис. 3 служат для обозначения различных местоположений обнаруженных и охарактеризованных аномалий. Эти карты на рис. 3 призваны продемонстрировать концепцию и функциональность системы профилировщика дорог. Тем не менее требуется дальнейшее развитие в этом направлении. Выходные данные профилировщика могут использоваться водителями для выявления дефектных участков дорожного покрытия с целью улучшения процесса вождения.

Заключение

В данной статье представлены алгоритмы обнаружения и описания дорожных аномалий для возможного применения как в пилотируемых, так и в беспилотных транспортных средствах. Разработанный алгоритм работает путем фильтрации шумовых измерений, полученных с помощью акселерометра, установленного в транспортном средстве. Свойство положительной корреляции в разных масштабах в области ВП используется для обнаружения аномальных точек в сигнале ускорения. Были разработаны две уникальные функции, позволяющие отличать выбоины от неровностей. Полученные результаты позволяют предположить, что эти признаки могут быть успешно использованы для характеристики дорожных аномалий с высоким уровнем точности, достоверности и низким уровнем ложных срабатываний. Необходимо отметить, что данные, получаемые с помощью

акселерометра, достаточны для исчерпывающей диагностики состояния дорожного покрытия. Будущие работы будут сосредоточены на разработке адаптивных механизмов для изменения порогового значения алгоритма на основе различных наборов измерений, а не статического порогового значения, рассматриваемого на данном этапе нашего исследования. Кроме того, будут изучены механизмы передачи информации о характерных дорожных аномалиях между транспортными средствами или между транспортным средством и придорожной инфраструктурой в типичных системах VANET. Текущее исследование способствует улучшению характеристик дорожных аномалий для будущего использования в автономных транспортных средствах.

Список литературы

1. Евстигнеев И.А., Шмытинский В.В. Вопросы взаимодействия беспилотных транспортных средств с дорожной инфраструктурой // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2019. № 6 (85). С. 17–21.
2. Обертов Д.Е., Бардов В.М. Алгоритм обнаружения транспортных средств с помощью акселерометров // Информационно-управляющие системы. 2013. № 6 (67). С. 6–12.
3. Якименко А.А., Малявко А.А., Богомолов Д.А. Разработка информационной системы мониторинга состояния дорожного покрытия // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. № 6–1. С. 90–95.
4. Mohamed A., Fouad M. Roadmonitor: an intelligent road surface condition monitoring system. *Intelligent Systems' 2014*, Springer, 2015. P. 377–387.
5. Головин О.К., Прохоров С.А. Обработка временных рядов измерительной информации на основе интеллектуального анализа вейвлет-спектров в системах диагностики состояния покрытия автомобильных дорог при обнаружении поверхностных дефектов // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2020. № 4 (56). С. 47–61. DOI: 10.21685/2072-3059-2020-4-5.
6. Лашков И.Б. Определение опасных состояний водителя транспортного средства на основе информации устройств носимой электроники // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2021. Т. 21. № 4. С. 515–524. DOI: 10.17586/2226-1494-2021-21-4-515-524.
7. Кочетков А.В., Беляев Д.С., Шашков И.Г. Определение динамических характеристик процесса взаимодействия транспортных средств с накопленными неровностями автомобильных дорог // Вестник евразийской науки. 2013. Т. 8. № 4 (17). С. 35–38.
8. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Морозов Д.Ю. Технические и технологические особенности автономных транспортных средств // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2019. № 3 (82). С. 39–43.
9. Ugweje O.C. Selective noise filtration of image signals using wavelet transform. *Measurement* 2004. Vol. 36. No. 3. P. 279–287. DOI: 10.1016/j.measurement.2004.09.009.
10. Жигалов К.Ю., Маркова С.В. Использование систем искусственного интеллекта для автоматизированного обновления картографического материала в реальном времени // Московский экономический журнал. 2021. № 1. С. 29–37.

УДК 004.4'24

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА ANYDYNAMICS ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ**Клебанов Б.И., Вакушин А.А., Тен Ю.М.***ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: b.i.klebanov@urfu.ru*

Задача создания эффективной информационной системы поддержки принятия решений в области управления развитием социальных сообществ имеет высокую сложность, обусловленную большим размером сообщества, разнообразием учитываемых объектов, столкновением интересов большого количества лиц, участвующих в принятии решения, отсутствием адекватных математических моделей, практическим отсутствием в существующих моделях учета индивидуальных характеристик людей, их отношений друг с другом. В настоящее время все большее признание завоевывает точка зрения, что единственно возможным средством для решения рассматриваемых проблем является имитационное поведенческое моделирование общественных процессов. Работа посвящена определению требований к средствам создания имитационных моделей развития социума, выбору и разработке с помощью пакета AnyDynamics информационных компонент базового уровня, являющегося основой для создания моделей развития общества. Все компоненты модели представлены в виде графических нотаций гибридных (непрерывно-дискретных автоматов), что существенно влияет на способность восприятия модели различными участниками процесса ее создания и эксплуатации. Базовая модель социума включает множество территориально распределенных взаимодействующих между собой интеллектуальных агентов и объектов потребления. В качестве объектов потребления представлены однократно используемые или воспроизводимые энергоносители, распределенные в жизненном пространстве агентов. Множество агентов может меняться во времени за счет их воспроизводства и гибели, принудительного включения и исключения их из модели. Базовая модель социума включает множество территориально распределенных взаимодействующих между собой интеллектуальных агентов и объектов потребления. Архитектура агентов представлена компонентами: Система управления («мозг агента») и Генератор энергии (внутренний источник), Видеорецептор, Эффектор движения, Манипулятор, Приемник и Передатчик информации. Определены эталонные процесс потребления и взаимодействия агентов в процессе реализации потребностей. Представлены результаты модельного эксперимента.

Ключевые слова: агент, имитационное моделирование, AnyDynamics, гибридный автомат, социум

APPLICATION OF THE ANYDYNAMICS PACKAGE FOR THE DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS OF SOCIAL SYSTEMS**Klebanov B.I., Vakushin A.A., Ten Y.M.***Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: b.i.klebanov@urfu.ru*

The goal of creating an effective decision support information system in the field of managing the development of social communities is highly complex, due to the large size of the community, the variety of objects considered, the clash of interests of many persons involved in decision making, the lack of adequate mathematical models, the practical absence of individual characteristics of people, their relationship with each other. Currently, the point of view is gaining more and more recognition that the only possible means for solving the problems under consideration is imitative behavioral modeling of social processes. This article is devoted to the definition of requirements for the means of creating simulation models of the development of society, the choice and development using the AnyDynamics package of information components of the base level, which is the basis for creating models of the development of society. All components of the model are presented in the form of graphical notations of hybrid (continuous-discrete automata), which significantly affects the ability of the perception of the model by various participants in the process of its creation and operation. The basic model of society includes many territorially distributed intelligent agents and objects of consumption interacting with each other. As objects of consumption, single-use or reproducible energy carriers distributed in the living space of agents are presented. A set of agents can change in time due to their reproduction and death, their forced inclusion and exclusion from the model. The basic model of society includes many territorially distributed intelligent agents and objects of consumption interacting with each other. The architecture of agents is represented by the following components: Control System ("agent's brain") and Energy Generator (internal source), Video Receptor, Motion Effector, Manipulator, Receiver, and Information Transmitter. Reference processes of consumption and interaction of agents in the process of realization of needs are defined. The results of a model experiment are presented.

Keywords: agent, simulation modeling, AnyDynamics, hybrid automaton, society

К числу основных проблем эффективного решения задач стратегического управления развитием больших социальных сообществ, например «умных» городов, с помощью систем поддержки принятия решений нужно отнести следующие. Данная задача имеет высокую сложность, об-

условленную не только большим размером сообщества и разнообразием учитываемых объектов, но и столкновением интересов большого количества лиц, участвующих в принятии решения. Повышению уровня сложности способствует также междисциплинарность и фрагментация научных ис-

следований в области прогнозирования развития социума. Встает вопрос, какие модели использовать для анализа вариантов трансформации, предлагаемых разными участниками процесса принятия решения. Известно, например, что математические модели экономики подходят к своему пределу сложности, несмотря на необходимость все более точно отражать действительность [1]. Еще одной важной проблемой является сложность создания самой СППР (ее программирования, эксплуатации и сопровождения) и, соответственно, уровень доверия к ее результатам со стороны лиц, принимающих решения. Третья проблема заключается в следующем. Разработанные и реализованные проекты трансформации умных городов (Лондон, Барселона, Нью Йорк и др.) в основном охватывают: энергетику, транспорт, водоснабжение и водоотведение, строительство и инженерные инфраструктуры. К сожалению, при разработке данных проектов пока слабо учитываются индивидуальные свойства, отношения друг с другом, склонности, способности населения конкретных городов. Как показывают результаты исследований ведущих ученых современности, лауреатов Нобелевской премии И. Пригожина [2] и Р. Талера [3], данное обстоятельство не позволяет строить адекватный прогноз поведения отдельных субъектов городских процессов, что может привести к нежелательным последствиям при реализации стратегии.

В настоящее время все большее признание завоевывает точка зрения, что единственно возможным средством для решения рассматриваемых проблем является имитационное поведенческое моделирование [4] общественных процессов. Именно оно позволяет учесть в моделях свойства различных объектов модели, индивидуальные характеристики и особенности поведения отдельных личностей и других типов активных агентов.

Данная работа посвящена определению требований к средствам создания имитационных моделей развития социума, выбору и разработке с помощью пакета AnyDynamics информационных компонент базового уровня, являющегося основой для создания моделей развития общества.

Материалы и методы исследования

Система имитационного моделирования социума должна обеспечить представление множества территориально распределенных взаимодействующих между собой многокомпонентных активных агентов и пассивных объектов. В качестве основного активного элемента СИМ общества предлагается использовать модель активного многоком-

понентного агента, включающего: систему управления (мозг), источник энергии, рецепторы (органы чувств), эффекторы (для физического преобразования, перемещения объектов и взаимодействия с другими объектами), средства передачи и приема информации. Указанная структура характерна для любых типов активных объектов.

Основные требования к моделям динамических процессов в СИМ определяются следующим образом:

1. Каждый агент живет в цикле реализации своих потребностей, причинами которых могут быть новые внешние или внутренние обстоятельства (сигналы) [5].

2. Процессы реализации потребностей могут существовать параллельно, что требует разрешения конфликтов на компонентах агента. Способы разрешения конфликтов: инстинктивный, из памяти, минимальные усилия, планирование, заданные системы приоритетов. Необходим учет характера и эмоций агента на принятие решений.

3. Процессы генерации и реализации потребностей имеют непрерывно-дискретный характер. Структура процессов реализации потребностей определена в базе знаний агента (БЗ) и представляет собой множество рецептов реализации потребностей, известных агенту на определенной фазе развития.

4. Агенты могут выбирать эффективные, с их точки зрения, средства и рецепты реализации потребностей. Агенты могут взаимодействовать между собой и с пассивными объектами физически и путем передачи информации.

5. Структура модели может меняться в процессе развития социума, могут удаляться, вводиться и воспроизводиться как агенты, так и любые другие объекты модели

6. Вследствие высокой сложности и междисциплинарности объекта моделирования языковые средства создания модели должны быть основаны на простых, желательно графических, метафорах (или паттернах) представления структуры и динамики социальных процессов [6].

В [7, 8] показано, что в качестве эффективной метафоры для представления динамических дискретно-непрерывных процессов развития агента и его взаимодействия с внешней средой может быть использована графическая модель гибридного (непрерывно-дискретного) автомата. На основе результатов сравнительного анализа инструментов моделирования [9, 10], поддерживающих метафору гибридного автомата, в качестве средства для разработки компонент базового уровня модели развития социума была выбрана система AnyDynamics [7, 11].

Процесс создания модели предполагает ее постепенное развитие, в значительной степени соответствующее философии развития реального социума.

Базовая модель социума включает множество территориально распределенных взаимодействующих между собой интеллектуальных агентов и объектов потребления. В качестве объектов потребления представлены однократно используемые или воспроизводимые энергоносители, распределенные в жизненном пространстве агентов. Множество агентов может меняться во времени за счет их воспроизводства и гибели, принудительного включения и исключения их из модели. Базовая модель интеллектуального агента представлена на рис. 1.

Модель включает следующие компоненты:

1. Внутренние органы: Система управления и Генератор (источник) энергии.
2. Рецепторы: Видеорецептор и Приемник информации.
3. Эффекторы: Эффектор движения, Манипулятор и Передатчик информации.

Все компоненты модели агента представлены гибридными автоматами и заданы своими внутренними и внешними переменными, диаграммами переходов между состояниями, а также уравнениями, действующими в компоненте в рамках конкретного состояния.

Генератор энергии (рис. 2) может находиться в трех состояниях: Генерация энергии для компонент агента, Ожидание зарядки и Зарядка. Значение уровня зарядки определяет переходы между состояниями. Каждое состояние определено своим набором процессов, заданных дифференциальными и/или алгебраическими уравнениями. Входы генератора: Энергосырье и Сигнал запуска зарядки (Потреблять). Выходы: Уровень зарядки и Сигнал «Низкий уровень заряда». Сигнал «Низкий уровень заряда» рассматривается как потребность агента в дополнительной энергии. Он поступает в систему управления, которая организует процесс удовлетворения потребности. Отсутствие энергии в течение определенного времени может привести к гибели агента.

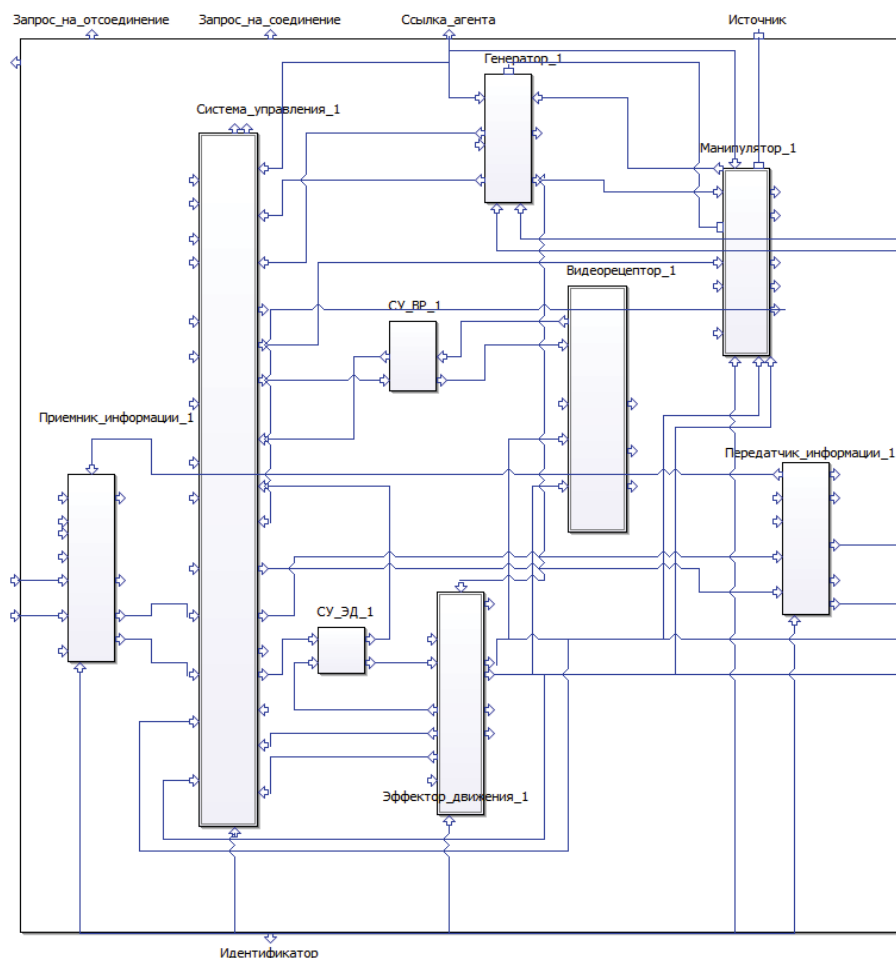


Рис. 1. Модель агента

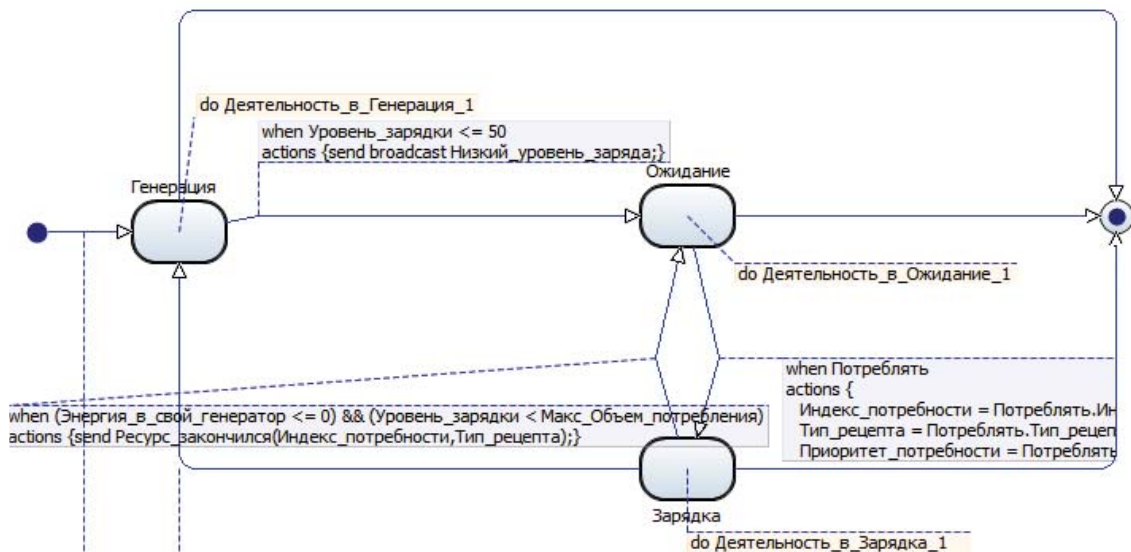


Рис. 2. Модель генератора



Рис. 3. Системы управления: а) главная, б) эффектора движения, в) видеорецептора

Видеорецептор представляет средство обнаружения объектов в пространстве вокруг агента. Входом для видеорецептора является Запрос обнаружения объекта определенного типа, выходом – Координаты обнаруженного объекта. Эффектор движения моделирует средство перемещения агента в пространстве. Входами для него являются запросы перемещения агента в определенную или исходную точку пространства (дом) и случайное блуждание с целью поиска нужного объекта, выходом – координаты агента. Манипулятор представляет средство, выполняющее функции перемещения в свой генератор необходимого объема энергоносителя из рядом расположенного источника, а также выгрузку энергоносителя из манипулятора в соседнюю точку среды обитания при доставке его другому агенту.

Система управления (СУ) агента представлена Головной СУ и системами управления конкретными рецепторами и эффекторами (рис. 4). Головная СУ играет роль операционной системы агента. Она анализирует возникшие потребности, ведет их

реестр, выбирает и запускает рецепты удовлетворения потребностей, контролирует ход их исполнения. База знаний агента представлена совокупностью рецептов удовлетворения потребностей, известных данному агенту, а также опытом их реализации. Системы управления рецепторами и эффекторами принимают запросы на использование конкретных компонент от Головной СУ, ведут их реестры, выбирают приоритетные запросы и управляют их реализацией. Выбор тех или других рецептов определяется Головной СУ, определяется уровнем знаний агента (множеством известных рецептов), историей их использования и некоторыми чертами характера (эгоист/альтруист, холерик/флегматик). На рис. 3 представлены примеры моделей управления верхнего уровня. Показано, что Головная СУ агента реагирует на два типа запросов: внутренние запросы, например, на сигнал разрядки внутреннего источника энергии, а также внешние сигналы, например, на сигнал запроса помощи в получении информации о месте нахождения энергоносителя или его доставке.

Управление реализацией потребностей осуществляется на базе эталонных моделей. Эталонные модели создаются для каждого типа потребностей. К числу эталонных моделей отнесены [12]:

1. Рецепты удовлетворения основных потребностей потребления (естественные, духовные).

2. Рецепты взаимодействия и установления отношений.

3. Рецепты развития и усиления возможностей для реализации потребностей (например, приобретения навыков).

4. Рецепты анализа и выбора: средств реализации потребностей, объектов потребления, путей (рецептов) реализации поставленных целей.

В базовой модели агент располагает эталонными моделями рецептов потребления и взаимодействия с другими агентами при оказании информационной и материальной (физической) помощи. Эталонный рецепт потребления запускается сигналом возникновения потребности. Он включает фазы: обнаружения объекта потребления, получения доступа к объекту, подготовки потребления и собственно потребления объекта. Для каждой из фаз возможен выбор конкретного рецепта из множества известных агенту.

В базовой модели в качестве основной потребности потребления рассматривается недостаток энергии, а фазы эталонного рецепта реализуются самим агентом с помощью видеорецептора, эффектора движения, манипулятора и генератора в режиме зарядки.

При невозможности самостоятельного обнаружения, доступа к объекту и подготовки к потреблению агент может запросить помощь других агентов. Эталонный рецепт помощи запускается соответствующим запросом, принятым агентом от агента, нуждающегося в помощи. Эталонный рецепт материальной помощи включает фазы: поиска объекта помощи, доступа к объекту, загрузку объекта помощи в манипулятор, доставку объекта помощи субъекту и возврат в исходную точку (рис. 4).

Базовая модель социального общества позволяет проводить эксперименты, связанные с анализом влияния на развитие общества ряда физических и умственных способностей агентов, их характеров и отношений друг с другом. К числу физических способностей агентов, в частности, отнесены: радиус обзора пространства, скорость обнаружения объектов, перемещение в пространстве, рост силы потребности, уменьшение запаса энергии.

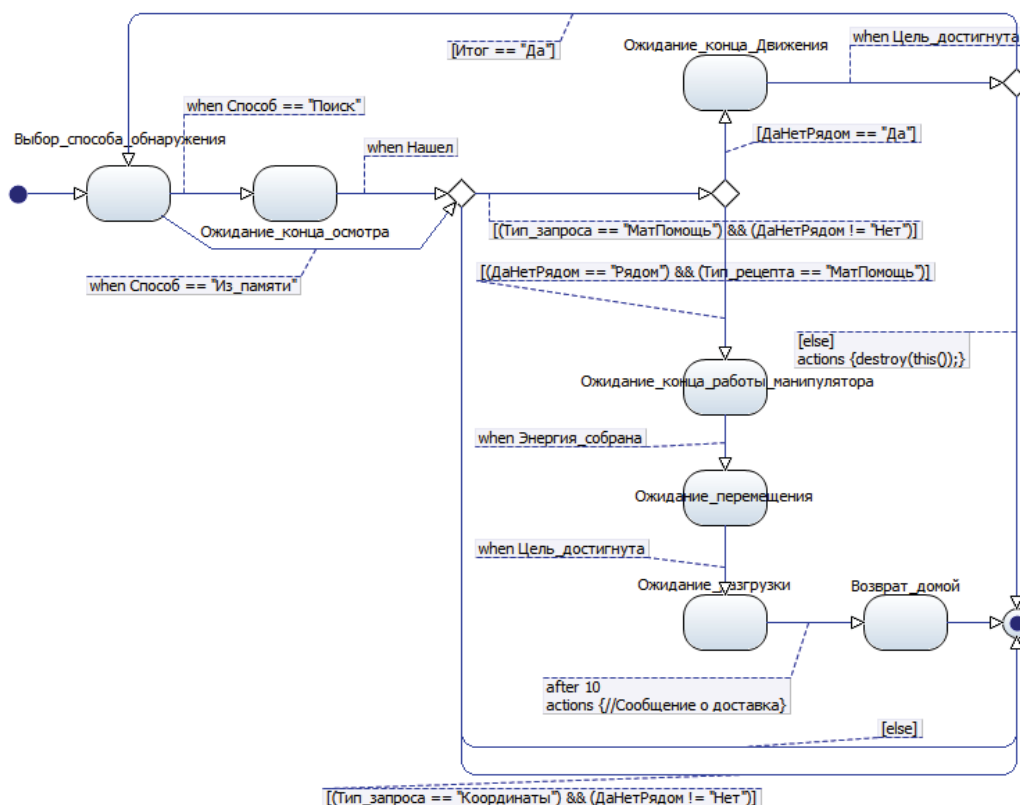


Рис. 4. Эталонный рецепт помощи

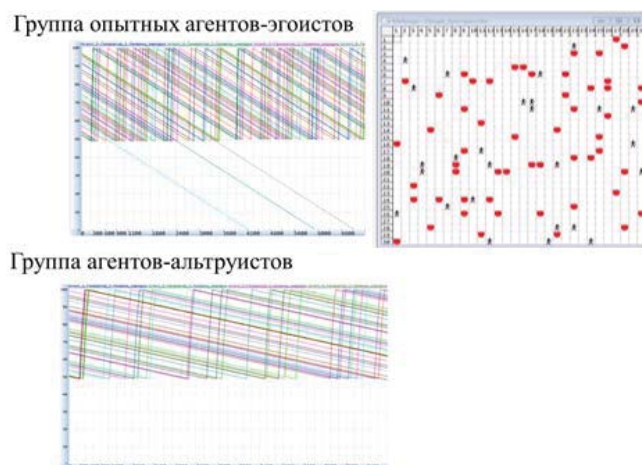


Рис. 5. Результаты эксперимента с группами агентов – эгоистов и альтруистов

Результаты исследования и их обсуждение

Умственные способности определяют наличие памяти прошедших событий и объемом ментальной базы знаний рецептов исполнения потребностей. Характеры агентов задаются уровнями их реактивности, индивидуализма, системами приоритетов при выборе одной из параллельно действующих потребностей и рецептов их исполнения. На рис. 5 представлены результаты эксперимента с моделями двух групп агентов: альтруистами и эгоистами. На графиках показано изменение запасов энергии в каждой из групп. Видно, что группа эгоистов постепенно начинает терять своих членов, в то время как группа альтруистов за счет оказания информационной и материальной взаимопомощи продолжает существовать.

Заключение

В работе показана эффективность разработки моделей социальных сообществ в среде AnyDynamics. Использование моделей гибридных автоматов позволило практически исключить программистов из процесса разработки социума. Подтверждена возможность простого описания и включения в модель социума, основанную на механизме интеллектуальных гибридных автоматов, новых типов активных и пассивных объектов. Определены эталонные модели процессов реализации рецептов потребления и взаимодействия агентов при оказании информационной и материальной помощи. Предполагается что дальнейшее развитие модели будет осуществляться в соответствии с философией развития реального социума.

Список литературы

1. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика, 2013. 295 с.
2. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
3. Талер Р. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать. М.: ЭКСМО, 2017. 368 с.
4. Priority Challenges for Social and Behavioral Research and Its Modeling. Paul K. Davis, Angela O'Mahony, Timothy R. Gulden, Osonde A. Osoba, Katharine Sieck [Электронный ресурс]. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2208.html (дата обращения: 17.03.2022).
5. Маслоу А. Мотивация и личность / Пер. с англ. В. Васильева. 3-е изд. СПб.: Питер, 2003. 392 с.
6. Артур У.Б. Теория сложности в экономической науке: иные основы экономического мышления // Terra Economicus. 2015. № 2. С. 15–37.
7. Klebanov B., Antropov T., Zvereva O. Hybrid automaton implementation for intelligent agents behavior modelling. International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019. Applications, Trends and Opportunities. 2019. С. 1–4.
8. Сениченков Ю.Б. Инновационные возможности проекта RAND MODELER DESIGNER. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ipo.spb.ru/journal/content/1249/Инновационные_возможности_проекта_Rand_Model_Designer.pdf (дата обращения: 17.03.2022).
9. Вакушин А.А., Клебанов Б.И. Сравнительный анализ пакетов MATLAB.Stateflow/Simulink и AnyDynamics для построения имитационных моделей социальных систем // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 7. С. 18–23.
10. AnyDynamics – высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных имитационных моделей сложных динамических систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mvstudium.com> (дата обращения: 17.03.2022).
11. Kolesov Yu.B., Senichenkov Yu.B., Urquia A., Martin-Villalba C. Hybrid Systems. Preliminary Comparative Analysis of Modelica and Model Vision Language // Университетский научный журнал. 2014. № 8. С. 87–96.
12. Клебанов Б.И., Парфенов Ю.П., Антропов Т.В. Рецепт поиска и выбора в мультиагентной модели развития общества // Фундаментальные исследования. 2017. № 9–2. С. 317–321.

УДК 621.922.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛОГО СФЕРОКОРУНДА В КАЧЕСТВЕ АБРАЗИВА В ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГАХ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ

Коротков А.Н., Коротков В.А.*ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева»,
Кемерово, e-mail: korotkov.a.n.@mail.ru*

В представленной работе описаны исследования по оценке и сравнению эксплуатационных показателей опытных шлифовальных кругов из различных абразивов при плоском шлифовании стальных заготовок. В частности, испытывались опытные круги, изготовленные из полого сфериокорунда марки ЭС63Н в качестве абразивных зерен. Данные инструменты сравнивались с кругами, изготовленными из белого электрокорунда марки 24А50Н и 24А20Н. Опытные шлифовальные круги проходили прочностные испытания на разрывном стенде, с возможностью плавного регулирования частоты вращения шпинделя, установленного в закрываемой бронеканере. Шлифовальные круги испытывались на скорости, в 1,5 раза превышающей рабочую, с выдержкой 3 мин. Далее опытными кругами шлифовали заготовки из сталей ШХ15 и 12Х18Н10Т в условиях плоского шлифования на одинаковых режимах резания, на станке 3Г71. В процессе шлифования контролировались и сравнивались следующие параметры: коэффициент шлифования опытных кругов (Kg); режущая способность кругов (Qm); разница температур нагрева заготовок (ΔT); величины составляющих силы резания P_y и P_z и сила резания R; шероховатость поверхностей R_a и R_z обработанных заготовок. Испытания показали, что применение полых сфериокорундовых зерен в шлифовальных кругах позволяет повысить режущую способность этих инструментов и снизить температуру нагрева заготовок (при более высоком износе таких инструментов и более высоких силовых нагрузках). Круги из таких зерен целесообразно использовать для чистового шлифования с повышенной производительностью, а также для операций, где важно соблюдать низкую температуру шлифования (например, для бесприжеговой заточки инструментов).

Ключевые слова: сфериокорунд, белый электрокорунд, шлифовальные зерна, опытные шлифовальные круги, коэффициент шлифования, режущая способность, температура нагрева заготовок, силы резания, шероховатость обработанных поверхностей

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF HOLLOW SPHEROCORUNDUM AS ABRASIVE IN GRINDING WHEELS FOR FLAT GRINDING

Korotkov A.N., Korotkov V.A.*Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo, e-mail: korotkov.a.n.@mail.ru*

The present work describes studies on the evaluation and comparison of performance indicators of experimental grinding wheels made of various abrasives in flat grinding of steel billets. In particular, we tested experimental wheels made of hollow spherocorundum grade ES63N as abrasive grains. These tools were compared with wheels made of white electrocorundum grades 24A50N and 24A20N. Experienced grinding wheels were strength tested on a tensile stand, with the possibility of smooth control of the spindle speed, installed in a closed armored chamber. Grinding wheels were tested at a speed 1.5 times higher than the working speed, with a holding time of 3 minutes. Further, blanks from steels ShKh15 and 12Kh18N10T were ground with experimental wheels under conditions of flat grinding at the same cutting conditions, on a 3G71 machine. During the grinding process, the following parameters were controlled and compared: the grinding coefficient of the experimental wheels (Kg); cutting ability of circles (Qm); temperature difference of billet heating (ΔT); the values of the components of the cutting force P_y and P_z and the cutting force R; surface roughness R_a and R_z of machined workpieces. Tests have shown that the use of hollow spherocorundum grains in grinding wheels makes it possible to increase the cutting ability of these tools and reduce the heating temperature of workpieces (with higher wear of such tools and higher power loads). Wheels made of such grains should be used for fine grinding with increased productivity, as well as for operations where it is important to maintain a low grinding temperature (for example, for burn-free sharpening of tools).

Keywords: spherocorundum, white electrocorundum, grinding grains, experimental grinding wheels, grinding coefficient, cutting ability, billet heating temperature, cutting forces, roughness of machined surfaces

При шлифовании сталей и сплавов актуальными являются вопросы повышения режущей способности шлифовальных инструментов и снижения температур резания [1]. Улучшение этих показателей может быть достигнуто в том числе за счёт повышения пористости инструментов и оптимизации их структуры [2]. При этом в качестве пор могут использоваться такие компонен-

ты, как стеклянные микросферы, фруктовые косточки, различные минеральные наполнители и полые (пустотелые) сферы из белого электрокорунда (полые сфериокорунды) [3]. Последние, ввиду аналогичного химического состава с абразивными зёрнами электрокорундов и толщиной стенок сфер до нескольких десятком микрометров, также обладают режущими свой-

ствами. Так, исследования зерен полого сфорокорунда марки ЭС63Н (размер зерен во фракции 630 мкм) под микроскопом показывают, что толщина их стенок колеблется в диапазоне 45–65 мкм [4]. Эта величина сопоставима с размерами абразива мелких зернистостей. Таким образом, при применении сфорокорундов может быть достигнут не только эффект по повышению режущей способности инструментов, но и по снижению температуры нагрева и шероховатости обрабатываемых поверхностей, что требует практической проверки [5].

В представленной работе принято решение изготавливать и испытывать опытные шлифовальные круги из зерен полого сфорокорунда марки ЭС63Н (630 мкм), в сравнении с кругами из зерен белого электрокорунда марки 24А50Н (500 мкм) и белого электрокорунда марки 24А20Н (200 мкм). Химический состав абразивов во всех случаях одинаков.

При испытаниях ставилась задача сравнить эффективность применения кругов из обычных зерен и зерен полого сфорокорунда с близкими зернистостями (630 и 500 мкм), а также кругов из зерен более мелких зернистостей (размер зерен 200 мкм).

Материалы и методы исследования

Для проведения испытаний решён вопрос о выборе полимерного связующего, близкого по свойствам к бакелитовой связке и не требующего термообработки. В качестве такого материала применялась эпоксидная смола [6], и на её основе изготавливались шлифовальные круги с размерами 160х15х32 мм, со следующей объёмной рецептурой: абразив – 61,5 %, смола – 27,7 %, криолит – 2,8 %, пирит – 7,98 %. Круги армировались двумя стеклосетками [7].

Изготавливались и испытывались следующие разновидности опытных шлифовальных кругов: с рецептурой, где в качестве абразива использовался сфорокорунд марки ЭС зернистость 63 (630 мкм), ТУ 2-036-1020-88; с рецептурой, где в качестве абразива использовался белый электрокорунд марки 24А зернистость 50 (500 мкм); с рецептурой, где в качестве абразива использовался белый электрокорунд марки 24А зернистость 20 (200 мкм).

Химический состав полого сфорокорунда (ЭС63Н) соответствовал белому электрокорунду марки 24А. Для проведения прочностных испытаний изготовленных опытных кругов использовался стенд с возможностью плавного регулирования частоты вращения шпинделя, расположенного в закрываемой бронекамере. Шлифовальные круги испытывались на скорости,

в 1,5 раза превышающей рабочую, с выдержкой 3 мин [8].

Для оценки работоспособности шлифовальных кругов использовался плоскошлифовальный станок модели 3Г71 с двухкомпонентным динамометром [9].

Составляющая силы резания P_y контролировалась при помощи электронных весов, закрепленных на столе станка, а сила резания P_z контролировалась с помощью ваттметра, встроенного в цепь двигателя станка, через отношение эффективной мощности при шлифовании к рабочей скорости круга. Показания весов и ваттметра контролировались оператором станка и синхронно записывались видеокамерой.

При проведении испытаний оценивались [10]:

- коэффициент шлифования кругов (K_g) как отношение массы срезанного материала к массе изношенного инструмента;
- режущая способность кругов (Q_m), как масса металла, снимаемого за один цикл обработки заготовки;
- величины радиальной (P_y) и тангенциальной (P_z) составляющих силы резания, а также сила резания R как результирующая сумма составляющих сил P_y и P_z ;
- разность нагрева заготовок до и после шлифования (ΔT);
- шероховатость обработанных поверхностей R_a и R_z .

Один цикл обработки заготовки состоял в восьмикратном шлифовании её поверхности при глубине резания 0,01 мм с последующим восьмикратным выхаживанием. Поперечная подача составляла 1,2 мм/ход, продольная подача – 8,5 мм/мин; материал заготовок – сталь 12Х18Н10Т (образцы размером 100х33х5 мм) и сталь ШХ15 (образцы размером 100х20х5 мм) в состоянии поставки.

Для оценки коэффициента шлифования кругов измерялась потеря их массы и массы заготовок до и после испытаний с помощью электронных весов (с точностью до 0,01 г).

Для контроля температуры заготовок применялся оптический пирометр с пределом измерения 950 °С и ценой деления 0,1 °С. Температура измерялась после последовательного восьмикратного заглубления круга на глубину шлифования (0,01 мм) в поверхность заготовок.

Шероховатость обработанных поверхностей оценивалась на профилографе-профилометре модели «Talysurf 5-120». При этом шероховатость на каждой заготовке измерялась трижды на различных участках. Направление измерения было перпендикулярно направлению продольной подачи шлифовальных кругов [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оценки эксплуатационных показателей опытных кругов при шлифовании заготовок из стали 12Х18Н10Т представлены на рис. 1.

Оценка режущей способности опытных инструментов по стали 12Х18Н10Т свидетельствует о повышении этого показателя

у кругов из сфериокорунда на 9–15% по сравнению с обычными инструментами. Более значительно это повышение наблюдается (как и следовало ожидать) по сравнению с мелкозернистым инструментом. При обработке заготовок из стали ШХ15 видна аналогичная качественная картина – круги из сфериокорунда превосходят на 15–20% обычные инструменты по параметру режущей способности.

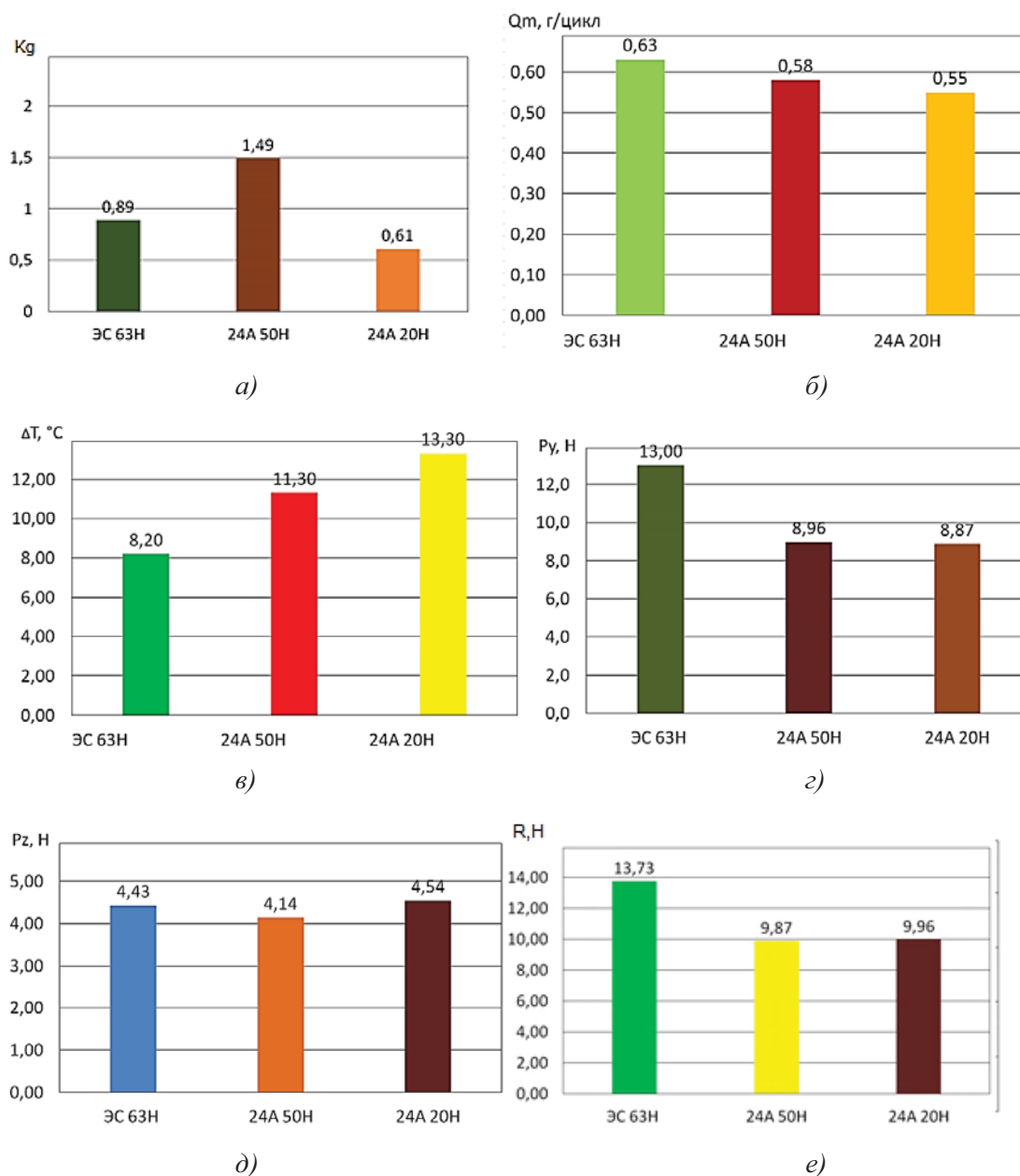


Рис. 1. Работоспособность опытных кругов из различных абразивов при шлифовании стали 12Х18Н10Т:
а) коэффициент шлифования (Kg); б) режущая способность (Qm);
в) разница температур нагрева заготовок (ΔT); г) составляющая силы резания Py; д) составляющая силы резания Pz; е) сила резания R

Установлено, что при обработке заготовок из стали 12X18H10T кругами из сфорокорунда ЭС63Н, электрокорунда 24А50Н и электрокорунда 24А20Н, коэффициент шлифования опытных инструментов составил 0,89; 1,49 и 0,61 соответственно. Таким образом, износ кругов из полого сфорокорунда на 41 % выше, чем у инструментов из белого электрокорунда 24А с близкой зернистостью (50Н), но примерно в 1,5 раза (на 45 %) меньше, чем у мелкозернистых кругов зернистостью 20Н.

Аналогичный по характеру результат получен при обработке заготовок из стали ШХ15.

Следует также отметить существенную (примерно трехкратную) разницу режущих способностей инструментов при обработке разных марок сталей.

Оценка температуры нагрева заготовок (из стали 12X18H10T и стали ШХ15) при шлифовании опытными кругами показывает, что при использовании инструментов из полого сфорокорунда выделяется меньшее количества тепла (на 28–31 % и 39–47 % соответственно).

Сравнение результатов по разным сталям показывает, что обработка нержавеющей стали осуществляется со значительно большими выделениями тепла (приблизительно в 3,5–4 раза).

При шлифовании кругами из сфорокорунда возрастают силовые нагрузки. Так, составляющая силы резания P_y возрастает на 24–72 %, что отражается на повышенном износе инструмента из сфорокорунда по сравнению с кругами из зерен близкой зернистости. При этом составляющая силы резания P_z находится приблизительно на одном уровне при шлифовании заготовок из одной марки стали. Несколько большая

разница фиксируется при обработке заготовок из стали ШХ15.

Результаты оценки шероховатости заготовок из стали 12X18H10T после шлифования опытными кругами представлены на рис. 2.

Аналогичный по характеру результат получен при обработке заготовок из стали ШХ15.

Таким образом, круги из полого сфорокорунда обеспечивают при плоском шлифовании различных марок сталей меньшую на 15–21 % шероховатость R_a по сравнению с инструментами из обычного белого электрокорунда с близкой зернистостью и несколько уступают мелкозернистым кругам из белого электрокорунда (на 7–9 %), размер зерен которых в 3 раза меньше. По параметру R_z наблюдается аналогичная качественная картина. Относительная разность показателей здесь составляет 8–14 % и 9,7–11 % соответственно.

Установлено, что при обработке заготовок из стали 12X18H10T опытными кругами снижается шероховатость деталей по параметру R_a и R_z .

Полученные результаты можно объяснить тем, что толщина стенок сфер (после их разрушения), как было выявлено ранее, составляет 45–65 мкм, что сближает их по геометрии изнашиваемых кромок с геометрией мелкозернистых зерен белого электрокорунда. Поэтому шероховатость R_a и R_z после обработки кругами из полого сфорокорунда близка к показателям обработки мелкозернистыми кругами. Это означает, что такие круги можно использовать вместо мелкозернистых инструментов при сохранении высокой производительности обработки.

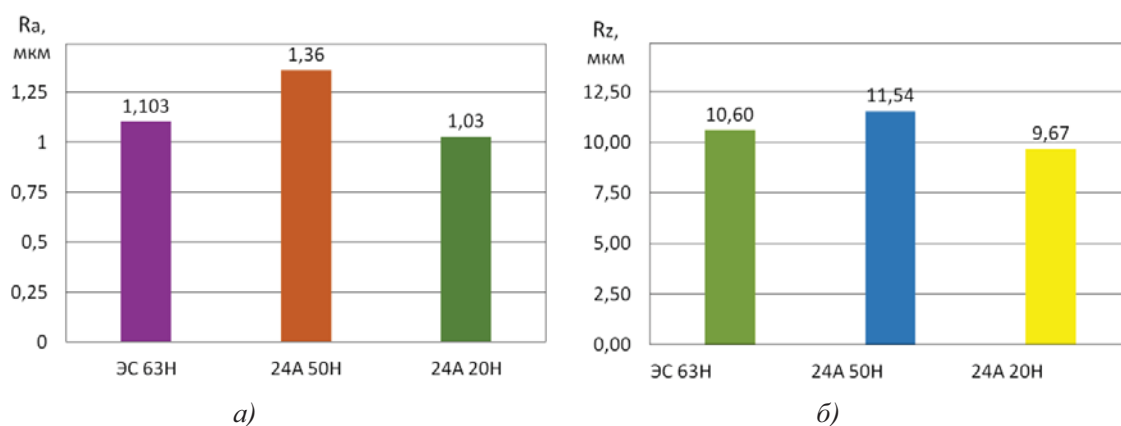


Рис. 2. Результаты оценки шероховатости заготовок из стали 12X18H10T, обработанных опытными шлифовальными кругами: а) по параметру R_a ; б) по параметру R_z

В целом круги из полого сфериокорунда по сравнению с инструментами из обычных зерен обладают явным преимуществом по снижению шероховатости обрабатываемых поверхностей, уменьшению температуры нагрева заготовок и повышению производительности обработки.

Заключение

В результате проведенных исследований по изготовлению и испытанию опытных шлифовальных кругов получены следующие основные результаты:

- режущая способность кругов из полого сфериокорунда ЭС63 на 9–15% выше, чем у инструментов из белого электрокорунда с близким размером зерен (24А50Н), и на 15–20% выше, чем у мелкозернистых кругов из белого электрокорунда 24А20Н;
- прирост температуры нагрева заготовок при шлифовании кругами из полого сфериокорунда на 28–31% и на 39–47% меньше по сравнению с кругами из абразива 24А50Н и 24А20Н соответственно;
- шлифовальные круги из полого сфериокорунда обеспечивают меньшую на 15–21% шероховатость Ra по сравнению с инструментами из белого электрокорунда с близкой зернистостью (24А50Н) и уступают мелкозернистым кругам (из 24А20Н) на 7–9%; аналогичный эффект наблюдается по параметру Rz;
- более производительная работа кругов из сфериокорунда сопровождается более высокими силовыми нагрузками при шлифовании (возрастает сила резания и ее составляющие) и более интенсивным износом инструмента.

Таким образом, полученные результаты позволяют констатировать, что шлифовальные круги из полого сфериокорунда целесо-

образно применять на операциях чистового окончательного шлифования с повышенной производительностью (съемом металла), а также использовать для тех операций, где важно соблюдать пониженную температуру шлифования (например, для бесприжоговой заточки инструментов).

Список литературы

1. Мрочек Ж.А., Киселев М.Г., Кожуро Л.М. Процессы шлифования в машиностроении. Минск – Москва: Новое знание – ИНФРА-М, 2014. 358 с.
2. Никифоров И.П. Современные тенденции шлифования и абразивной обработки: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2012. 558 с.
3. Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами. М.: Машиностроение, 2007. 688 с., ил.
4. Besugen A., Verkerk J. Untersuchungen der Schleifkorngometrie mit dem Rasterelektronenmikroskop. Fertigung, Bd. 5. 1971. S. 1–8.
5. Братан С.М., Владецкая Е.А., Владецкий Д.О., Харченко А.О. Повышение качества деталей при шлифовании в условиях плавучих мастерских: монография. М.: ИНФРА-М, 2018. 154 с.
6. Коротков В.А., Мельников В.В. Изготовление и результаты испытаний экспериментальных кругов с применением в качестве связки эпоксидной смолы // Научно-технический прогресс: Актуальные и перспективные направления будущего: сборник VI международной научно-практической конференции. Кемерово: ЗапСибНЦ, 2017. Т. 2. С. 117–120.
7. Зубарев Ю.М., Юрьев В.Г. Абразивные инструменты. Разработка операций шлифования: учебное пособие. СПб.: Лань, 2018. 360 с.
8. Макаров В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов: учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 320 с.
9. Korotkov A., Korotkov V. Increase of grinding wheel durability. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 709 (2020) 022020 IOP Publishing: DOI:10.1088/1757-899X/709/2/022020.
10. Коротков В.А. Повышение эксплуатационных возможностей отрезных шлифовальных кругов: монография. М.: Машиностроение, 2009. 178 с.
11. Носенко В.А., Носенко С.В. Технология шлифования металлов: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2020. 616 с.

УДК 691.32:550.837.75

РАДИОВОЛНОВЫЙ МЕТОД СВЧ-ИЗМЕРЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БЕТОННОЙ СМЕСИ

¹Макаров А.Д., ²Марсов В.И., ²Марсова Е.В., ²Джабраилов Х.А., ²Антонова Е.О.¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
Нижний Новгород;²ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
(МАДИ)», Москва, e-mail: snatxes@gmail.com

В работе описываются методы измерения технологических параметров, основанные на воздействии электромагнитных волн сверхвысокочастотного диапазона (СВЧ) для контроля таких параметров бетонной смеси, как наличие бетонной смеси в бетоносмесительной установке, уровень бетонной смеси в опалубке, степень уплотнения уложенной бетонной смеси в опалубке. При использовании указанного метода измерения в системе автоматизированного управления операциями перемещения бетонной смеси в опалубку на строительной площадке и придания ей заданных технологических свойств были определены технические и технологические ограничения, накладываемые на средства контроля параметров смеси. Выбранный радиоволновый метод измерений, в отличие от других методов фиксации параметров бетонной смеси, использует зависимость одной из физических характеристик электромагнитного излучателя. С этой целью был использован волновой датчик, измеряющий СВЧ-мощность волны, прошедшей через бетонную смесь, и датчик, с фиксацией фазового сдвига, возникшего в результате отражения электрической волны относительно падающей от поверхности бетонной смеси, а также проанализированы методы контроля бетонной смеси для нахождения наиболее оптимального, не нарушающего ее структуру. Это дает возможность реализовать измерение ряда параметров бетона с использованием единой физической базы, обеспечивать точность и высокое быстродействие процесса измерений.

Ключевые слова: радиоволновый метод, электромагнитные волны, бетонная смесь, СВЧ-датчик, бетоновод, бетонирование, автоматическое управление

RADIO WAVE METHOD OF MICROWAVE MEASUREMENTS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CONCRETE

¹Makarov A.D., ²Marsov V.I., ²Marsova E.V., ²Dzhabrailov Kh.A., ²Antonova E.O.¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod;²Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow,
e-mail: snatxes@gmail.com

The paper describes methods for measuring technological parameters based on the effect of electromagnetic waves of the ultrahigh frequency range (UHF) to control such parameters of a concrete mixture as: the presence of a concrete mixture in a concrete mixing plant, the level of a concrete mixture in the formwork, the degree of compaction of the laid concrete mixture in the formwork. In the process of optimizing the construction of a monolithic structure, it is necessary to develop an integrated automation system based on three unique features of concreting low-rise buildings, a predetermined sequence of operations determined by the technology that implements the construction of buildings, and a system that ensures optimal continuity and consistency of each technological redistribution of technological criteria. Based on these theoretical and practical problems, it becomes necessary to create an optimized automatic control system for the continuous construction of monolithic structures, based on various features of the operation and design of equipment. For this, a wave sensor was used that measures the microwave power of the wave passed through the concrete mixture and the sensor, with the fixation of the phase shift that arose as a result of the reflection of the electric wave relative to the concrete mixture incident from the surface, and also the methods of controlling the concrete mixture were analyzed to find the most optimal without disturbing its structure.

Keywords: radio wave method, electromagnetic waves, concrete mix, microwave sensor, concrete pipe, concreting, automatic control

Управление в автоматическом режиме технологическими операциями транспортировки бетонной смеси, последующей ее укладкой и уплотнением требует использования алгоритмов и технических средств индикации параметров процесса бетонирования. В первую очередь необходимо фиксировать темп поступления бетона на рабочую площадку его фактического количества с необходимым по заданию. Весь объем поступающей информации на ее обработке

осуществляется вычислительным устройством, которое определяет оптимальную последовательность перемещения распределительного устройства смеси по точкам бетонирования. Фиксируется толщина укладываемого слоя в соответствии с технологической картой элементов возводимого сооружения.

Информация о параметрах процесса, введенная в вычислительное устройство, обрабатывается в командном блоке и пере-

дается на исполнительные механизмы распределительного устройства бетонной смеси, устанавливая его в исходное положение. Далее осуществляется нагнетание бетонной смеси в трубопровод с подключенным к нему устройством распределения и укладки смеси в бетонируемую конструкцию. Начало процесса транспортирования смеси фиксируется датчиком, сигнал от которого поступает в вычислительное устройство. На его выходе появляется сигнал попадающих на вход командного блока, управляющего исполнительными механизмами устройства распределения смеси включения пакета глубинных вибраторов. Процесс подачи смеси в бетонируемую конструкцию фиксируется датчиком контроля толщины укладываемого слоя, сигнал с которого подается в вычислительное устройство, где сравнивается с сигналом задания. При равенстве этих сигналов подача бетонной смеси прекращается [1, 2].

Решить задачи автоматического управления операциями укладки и уплотнения бетона в монолитном домостроении возможно на основе специальных технических средств – датчиков технологических параметров бетонной смеси, при этом надо учитывать, что выбор типа датчика будет существенно сказываться на качественных показателях системы автоматизированного управления технологическим процессом бетонирования в целом.

Основные физико-механические свойства бетонной смеси, перекачиваемой по бетоноводам:

- средний размер частиц крупного заполнителя до 40 мм;
- подвижность бетонной смеси от 8 до 12 см осадки стандартного конуса;
- плотность 2500 кг/м³;
- объемный вес 1850 кг;
- начало схватывания бетонной смеси от 30 до 60 мин;
- удельное электрическое сопротивление от 3 до 23,4 Ом*м.

Для автоматизации процессов укладки и подачи бетонной смеси при монолитном жилищном строительстве необходим оперативный контроль технологических параметров смеси, таких как ее присутствие и расход в бетоновод, высота и уровень подачи в опалубке и степень уплотнения.

Различные методы и средства контроля технологических параметров готовой смеси: наличие и расход, уровень в опалубке, степень сжатия – требуют выбора метода контроля, обладающего универсальностью по отношению к фиксации этих разнообразных параметров [3].

По виду измеряемой физической величины средства контроля можно подразделить на устройства контроля: наличия бетонной смеси, расхода бетонной смеси, уровня бетонной смеси, степени уплотнения бетонной смеси. По этому признаку характера работы можно выделить средства непрерывного контроля и интервальной оценки параметров.

По признаку характера взаимодействия с измеряемой средой (бетонной смесью) различают контактные и бесконтактные средства контроля, которые подразделяются на электромеханические, ультразвуковые, радиационные, тепловые, электромагнитные.

Цель исследования – разработка универсального СВЧ-метода для контроля физических параметров бетонной смеси, таких как наличие бетонной смеси в бетоновод, уровня бетонной смеси в опалубке, степени уплотнения уложенной бетонной смеси, для управления непрерывным процессом подачи бетонной смеси на строительный участок.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим соответствие средств контроля технологических параметров бетонной смеси приведенным классификационным признакам.

Бетонная смесь характеризуется высокой вязкостью, текучестью, склонностью к налипанию и относительно быстрым схватыванием, что исключает применение контактных средств контроля. Соответственно для контроля технологических параметров следует обращаться к неразрушающим методам.

Датчиками в электромеханических средствах контроля служат тензометрические силоизмерительные элементы. С помощью электромеханических датчиков, монтируемых на конструкции опалубки, можно контролировать массу ее заполнения бетонной смесью. Датчики обладают высокими точностными характеристиками определения массы смеси, отсутствием зависимости измерений от изменения ее плотности, надежностью, независимостью от таких факторов состояния внешней среды, как влажность и загрязненность [4]. Однако недостатком метода электромеханических измерений являются: отсутствие универсальности, трудоемкость монтажа и технического обслуживания датчиков.

Как следует из анализа данных, приведенных в таблице, наибольшими технологическими возможностями обладают ультразвуковые, радиационные и электромагнитные средства контроля, так как они обладают наибольшей информативностью по сравнению с электромеханическими и тепловыми.

**Технологические возможности средств контроля
в зависимости от физического принципа действия**

Принцип действия средств контроля	Контролируемый параметр			
	Наличие смеси	Уровень смеси в опалубке	Расход смеси	Степень уплотнения смеси
Электромеханические	–	+	–	–
Ультразвуковые	+	+	+	+
Радиационные	+	+	+	+
Тепловые	–	+	+	–
Электромагнитные	+	+	+	+

Принцип действия ультразвуковых средств контроля сводится к изменению мощности акустической волны (от 300 МГц до 300 ГГц) при взаимодействии с контролируемым материалом. Такой метод контроля обладает высоким быстродействием и разрешающей способностью.

Метод измерения значения уплотнения бетонной смеси по величине изменения скорости ультразвука, проходящего между излучателем и приемником неэффективен, так как скорость ультразвуковых колебаний зависит от физико-химических свойств и температуры просвечиваемой среды [1, 2].

Метод радиационного измерения основан на степени поглощения облучаемого материала γ – необходимо обеспечить получение объективной информации о контролируемых параметрах технологического процесса;

– физико-химические свойства бетонной смеси исключают возможность контакта с ней датчиков систем измерений, что определяет необходимость использования бесконтактных датчиков;

– предполагаемые технические средства считывания технологических параметров должны без затруднений становиться частью технологического объекта;

– необходимо обеспечивать независимость средства контроля от значений элек-

трических помех в условиях строительной площадки;

– в основу выбора средств контроля разнообразной информации необходимо использовать единый принцип измерений на одной физической базе;

– средства контроля должны быть безопасными, не иметь отрицательного воздействия на строителей;

– метрологические характеристики технологических средств измерений должны соответствовать требованиям к операциям бетонирования.

Радиоволновые методы, в отличие от других методов фиксации параметров бетонной смеси, используют зависимость одной из физических характеристик электромагнитного излучателя. Это дает возможность реализовать измерение ряда параметров бетона с использованием единой физической базы, обеспечивать точность и высокое быстродействие процесса измерений.

В результате взаимодействия электромагнитных сверхвысокочастотных волн с материалом бетонной смеси происходит изменение характеристик волнового потока [5].

Для фиксации присутствия бетонной смеси в бетоноводе может быть использована структурная схема волнового датчика, измеряющего СВЧ-мощность волны, прошедшей через бетонную смесь (рис. 1).

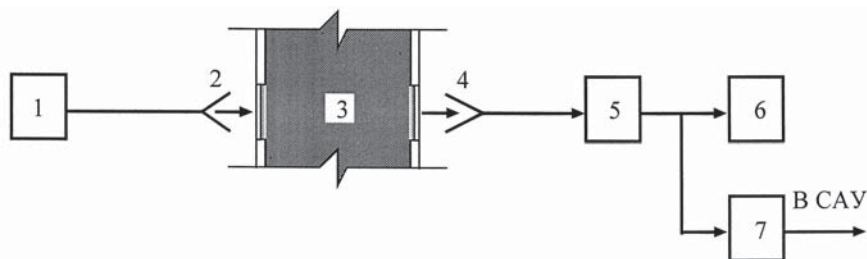


Рис. 1. Структурная схема измерений наличия бетонной смеси в бетоноводе:

1 – микроволновый генератор; 2 – передающая антенна; 3 – контролируемый участок бетоновода; 4 – приемная антенна; 5 – детектор; 6 – индикаторный прибор; 7 – усилитель

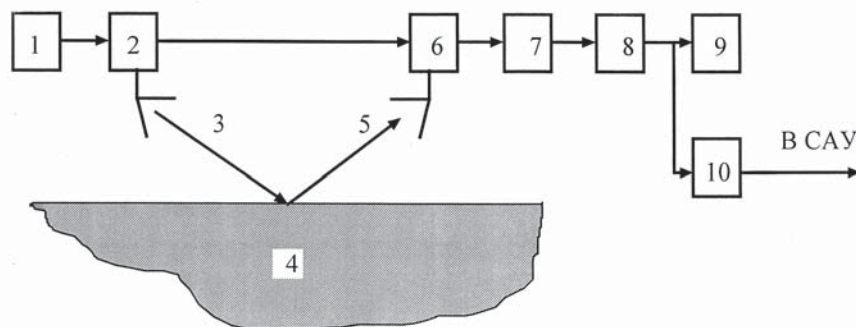


Рис. 2. Структурная схема измерений уровня бетонной смеси в опалубке:
1 – модулятор; 2 – микроволновый генератор; 3 – передающая антенна;
4 – бетонная смесь в опалубке; 5 – приемная антенна; 6 – смеситель;
7 – усилитель; 8 – фильтр; 9 – индикатор; 10 – выходной усилитель

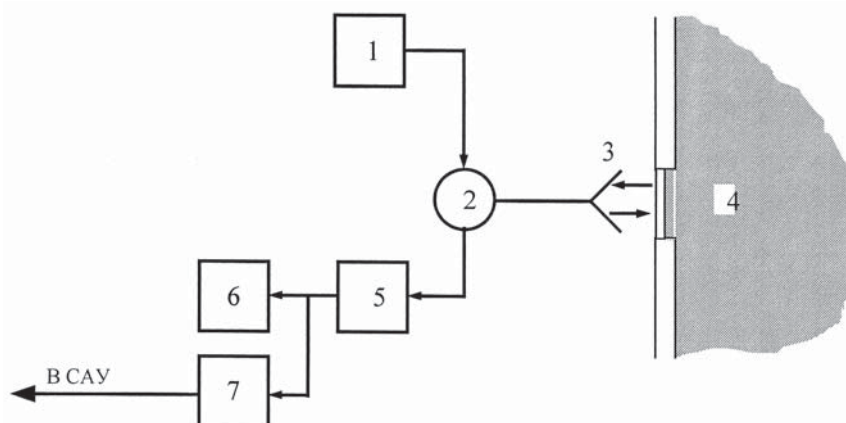


Рис. 3. Структурная схема измерений уплотнения уложенной бетонной смеси:
1 – микроволновый генератор; 2 – циркулятор; 3 – приемно-передающая антенна;
4 – уложенная бетонная смесь; 5 – детектор; 6 – индикатор; 7 – усилитель

СВЧ-датчик работает следующим образом. На СВЧ-генератор подается входное напряжение, под воздействием которого модулятор вырабатывает управляющий сигнал на векторный СВЧ-генератор (от 9 кГц до 40 ГГц), который в свою очередь создает колебания определённой частоты. Сгенерированный сигнал достигает передающей антенны и распространяется по исследуемой области. Сигнал, в виде волны, отраженный от поверхности бетонной смеси попадает на приемную антенну, которая перенаправляет его в детекторный приемник, состоящий из короткозамкнутого волновода, диода, который устанавливается на некотором расстоянии от его задней стенки и фильтра низких частот [1, 6]. Благодаря фильтру на выходе из детекторной секции выделяется только низкочастотный спектр сигнала.

Уровень заполнения бетонной смесью опалубки можно измерить датчиком с фиксацией фазового сдвига падающей и отраженной от поверхности бетонной смеси электромагнитной волны (рис. 2).

Можно оценить уплотненность лицевой части бетонного массива, используя информацию микроволнового датчика об изменении мощности отраженного СВЧ-сигнала (рис. 3).

Электрические импульсы поступают с генератора импульсов 1 и попадают через циркулятор 2 на приемно-передающую антенну-рупор 3. Волны, отраженные от распределенного бетона 4, поступают на вход детектора-приемника 5 через циркулятор 2 и попадают на индикатор 6. Сигнал с выхода измерителя микроволн, содержащий информацию о коэффициенте уплотнения (плотности) смеси, сглаживается и уси-

ливается с помощью фильтров и усилителя сигнала соответственно, что позволяет использовать его в качестве управляющего значения в автоматизированную систему управления технологическим процессом.

В случае, когда опалубка выполнена из стальных листов, контроль коэффициента уплотнения смеси производится через специальные «окна» из радиопрозрачного материала (фторопласта), принципиальной особенностью которого является низкая адгезия с цементирующей смесью [7].

Заключение

Таким образом, можно констатировать, что разработан универсальный СВЧ-метод контроля таких разнородных физических параметров смеси, как ее наличие в бетоноводе, уровень заполнения опалубки, степень уплотнения. Результаты использования СВЧ-метода показали, что ошибка измерений находится в интервале допусков по точности и времени выполнения технологических операций. Наиболее эффективно использовать предлагаемый СВЧ-метод при возведении монолитных односекционных объектов, так как это повысит производительность труда на 20% с одновре-

менным сокращением себестоимости работ на 15% [6].

Список литературы

1. Ходыкин В.В. Автоматизация технологических процессов производства бетонных работ в монолитном домостроении: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1999. 184 с.
2. Мацкевич А.Ф., Плотников Н.М., Ходыкин В.В. Патент РФ № 2057867, 10.04.1996. Способ автоматической укладки и уплотнения бетонной смеси // Патент России № 2057867.1996. Бюл. № 3.
3. Херай О.Н., Херай М.О. Технология изготовления строительных конструкций. Устройство для уплотнения бетона // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. 2016. № 3 (30). С. 65–69.
4. Ахобадзе Г.Н. Волновые измерения неэлектрических величин с метрологическим анализом // Приборы. 2018. № 5 (215). С. 49–54.
5. Смирнов Г.В., Замятин Н.В. Способ контроля параметров сыпучих или жидких материалов в резервуарах // Патент РФ № 2636794. Патентообладатель ФГОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». 2017. Бюл. № 34.
6. Смирнов В.В. Система автоматического контроля уровня заполнения цементного бункера бетоносмесительного узла // Фундаментальные исследования. 2013. № 6–5. С. 1094–1097.
7. Жариков И.С., Лакетич А., Лакетич Н. Влияние качества бетонных работ на прочность бетона монолитных конструкций // Строительные материалы и изделия. 2018. Т. 1. № 1. С. 51–58.

УДК 004:378.1

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА СБОРА И АНАЛИЗА ЦИФРОВОГО СЛЕДА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ВУЗА

Михайлова С.С., Данилова С.Д., Веселов А.В.

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ,
e-mail: ssmihailova@mail.ru, dan-soelma@yandex.ru, xayk2803@gmail.com*

В статье проведены исследования и разработка распределенной системы сбора и анализа цифрового следа обучающегося вуза. Проведено краткое описание модели системы, проведен сравнительный анализ алгоритмов решения задач сбора и анализа цифрового следа, разработаны рекомендации по построению оптимальной системы по сбору цифрового следа студента. Представлено описание процесса проектирования модели электронной траектории образования обучающихся, включающей в себя модель распределенной системы сбора и анализа цифрового следа обучающегося вуза. Порядок движения информации в системе состоит из получения цифрового следа с компьютера, передачи его на сервер данных, загрузки данных с сервера данных на сервер обработки с целью последующего анализа посещенных сайтов путем сравнения их с исходным документом, вывода итогового коэффициента занятости студентов на занятиях в виде процента посещенных сайтов, относящихся к процессу обучения. Для решения задачи анализа текста будет использоваться готовое решение на основе BigARTM. Обоснован выбор методов и средств реализации распределенной системы. Разработаны технические требования и алгоритмы работы системы по сбору и анализу цифровых следов.

Ключевые слова: цифровой след, распределенная система сбора и анализа, траектория образовательного процесса, тематическое моделирование, парсинг

DISTRIBUTED COLLECTION SYSTEM AND ANALYSIS OF THE DIGITAL FOOTPRINT OF A STUDENT UNIVERSITY

Mikhaylova S.S., Danilova S.D., Veselov A.V.

*East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude,
e-mail: ssmihailova@mail.ru, dan-soelma@yandex.ru, xayk2803@gmail.com*

In this article, research and development of a distributed system for collecting and analyzing the trace of a student university was carried out. A brief description of the system model was carried out, a comparative analysis of the algorithms for solving the problems of collecting and analyzing a trace was carried out, recommendations were developed for building a unique system for collecting a student's previous trace. A description of the process of developing models of electronic trajectories of education of students is presented, including a model for the distribution of a system for collecting and analyzing traces of a student at a university. The mechanism of information movement in a system based on reading data from calculations, transferring it to a data server, downloading data from a data server to a data processing server, taking into account the analysis of visited sites of visited sites, to the learning process. The solution to the text analysis problem will be ready based on BigARTM. The choice of methods and means of implementing a distributed system is substantiated. Technical requirements and algorithms for the operation of the system for collecting and analyzing digital traces have been developed.

Keywords: digital footprint, distributed collection and analysis system, educational process trajectory, topic modeling, parsing

В современном мире обучающийся не привязан больше ни к учителю, ни к своей среде обитания. Цифровые коммуникационные технологии дают ему возможность выбирать, где и чему учиться, в какой среде развиваться, в какую деятельность включаться.

Успех в этой новой, все более цифровой системе образования определяет, насколько обучение адаптирует человека к текущему социально-экономическому укладу. Его развитие все больше зависит от способности постоянно адаптироваться, изменяться, эффективно осваивать новую деятельность и приобретать новые профессиональные качества [1].

Это предъявляет новые, принципиально другие требования к системе образования. В мире, где студент имеет возможность выбирать, где, как, когда и чему учиться,

задача системы не в том, чтобы обеспечить качественно высокий уровень каждого конкретного преподавателя, обучающего конкретному предмету, а в том, чтобы:

- обеспечить студента инструментами для осознанного выбора;
- технологиями навигации в пространстве образовательных возможностей;
- надежными средствами оценки эффективности того или иного образовательного процесса.

Цифровой след – это постоянно пополняемый набор данных, включающий значения показателей, созданных самими студентами [1]. В их числе рефераты и обзоры литературы, курсовые, отчеты по практикам, описания проектов, выпускные квалификационные работы, эссе и мотивационные письма на конкурсы. Именно

из этих текстов современные методы анализа данных позволяют извлечь объективную информацию для диагностики профессиональной компетентности выпускника и выявить факторы, которые повлияли на ее формирование [2].

Целью исследования является разработка системы траектории электронного обучения на основе цифрового следа с использованием распределенной системы сбора и анализа цифрового следа обучающегося вуза.

Материалы и методы исследования

К основным методам исследования относятся анализ литературы, моделирование, вычислительный эксперимент. Анализ литературы (интернет-статьи о методах и способах организации систем сбора данных), связанной с обработкой цифрового следа, использован при анализе предметной области. Метод моделирования использован при создании модели распределенной системы. Экспериментальный метод исследования использован для проверки работоспособности созданной системы. Разработка системы сбора и анализа цифрового следа студента включает совокупность выбранных методов и технологий. К ним относятся работа с базами данных на основе SQL запросов, стемминг текста, парсинг сайтов, работа с базой данных PostgreSQL, тематическое моделирование текстов при помощи BigARTM.

Результаты исследования и их обсуждение

Электронное образование – это система обучения, осуществляемая при помощи информационных и электронных технологий. На данный момент развитие электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) является одним из приоритетных направлений всех образовательных учреждений, так как это позволяет всем получать своевременный, удобный и равноценный доступ к материалам для обучения, а сам процесс обучения становится более прозрачным и понятным как студентам, так и людям вне образовательных учреждений. Основное положение, регламентирующее, из чего должна состоять электронная образовательная среда, включает в себя организационно-методические средства, совокупность технических и программных средств хранения, обработки, передачи информации, обеспечивающая оперативный доступ к информации и осуществляющая образовательные научные коммуникации [3].

Траектория образовательного процесса – путь или движение по образовательной

среде обучающегося индивида. Основным отличием новой системы станет возможность ее анализа, а значит, и появления способа повлиять на нее.

Отличительной особенностью модели траектории электронного обучения на основе цифрового следа станет включение в нее распределенной системы сбора и анализа цифрового следа обучающегося [4]. Обычно цифровой след собирается по результатам достижений обучающихся, что не дает представления о путях к этим достижениям. Поэтому было решено изменить место его сбора в процессе получения знаний по конкретной дисциплине.

Основной задачей исследования является отслеживание и нахождение цифрового следа пользователей, его обработки и извлечения из него полезной информации. В работе в качестве основного источника информации цифровых следов рассмотрен компьютер дисплейного класса университета. Сбор и анализ цифрового следа обучающегося включает в себя сбор данных с компьютера дисплейного класса; передача полученных данных на сервер; сохранение данных в хранилище. После сбора данных будет происходить их первоначальный анализ для определения наиболее частых употребляемых слов или фраз на посещенных ими сайтах при помощи вычисления тематики сайтов, а также частотности их посещения [5]. Для этого надо решить следующие задачи, связанные с разработкой и реализацией способов сбора данных с компьютера, хранения и анализа, просмотра и вывода полученных данных, а также более детального рассмотрения каждой записи данных в системе.

При разработке ПО для анализа цифрового следа в университете будут использованы следующие модули:

- приложения C# для сбора истории посещенных сайтов из браузера Google Chrome;
- PostgreSQL для хранения всех полученных данных;
- алгоритм классификации данных при помощи алгоритмов через получение тематики текстов (собранных при помощи алгоритмов, описанных ранее), реализованные на языке Python.

Выбор алгоритма анализа данных проведен по следующим критериям: сложность разработки и настройки, скорость работы приложения, системные требования к аппаратному обеспечению.

Сама же обработка данных будет из двух этапов:

- 1) формирование выборки текста сайта при помощи парсера. Данный алгоритм будет рассмотрен в следующей главе;

2) построение модели классификации сайта по тематикам на основе полученных текстов, определение их приближенности к эталонному исходному документу. В качестве исходного документа можно использовать рабочие программы дисциплин (РПД).

Для решения поставленных задач необходимо реализовать следующие задачи:

1) изучить тематику дисциплины на основе РПД. Необходимо будет ввести в систему данный документ для возможности сравнения посещенных сайтов с выявленной тематикой и определения схожих элементов;

2) составить анализ тематик на основе тематического моделирования всех посещенных во время занятий сайтов в виде весов ключевых слов текста (токенов). Текст предварительно выделит путем стемминга текста и удаления стоп-слов или словосочетаний, то есть частей текста, не несущих смысловой нагрузки;

3) построить модель и сравнить все построенные ранее тематические модели документов на предмет совпадений.

Преподаватель занимает место тьютора в процессе образования, что поможет раз-

грузить его время от монотонных действий, а студент может получить доступ к предлагаемой информации в любое удобное время. Основным плюсом является возможность быстрой эффективной оценки не только конкретных достижений в процессе обучения, но даже экспертной оценки самого процесса обучения, что и является основной новизной данной модели и работы в целом (рис. 1).

Модель работы системы по сбору и анализу цифрового следа обучающегося, включая все процессы от начала сборки данных до получения выходных данных, позволяет понять механизм распределения обязанностей внутри системы цифрового следа (рис. 2).

Система состоит из следующих компонентов: N клиентов для сбора информации (приложение на C# для сбора данных по истории посещения сайтов с браузера); сервера хранения данных (СУБД – PostgreSQL для хранения всех данных); сервера анализа и обработки данных (приложения на Python для классификации сайтов).

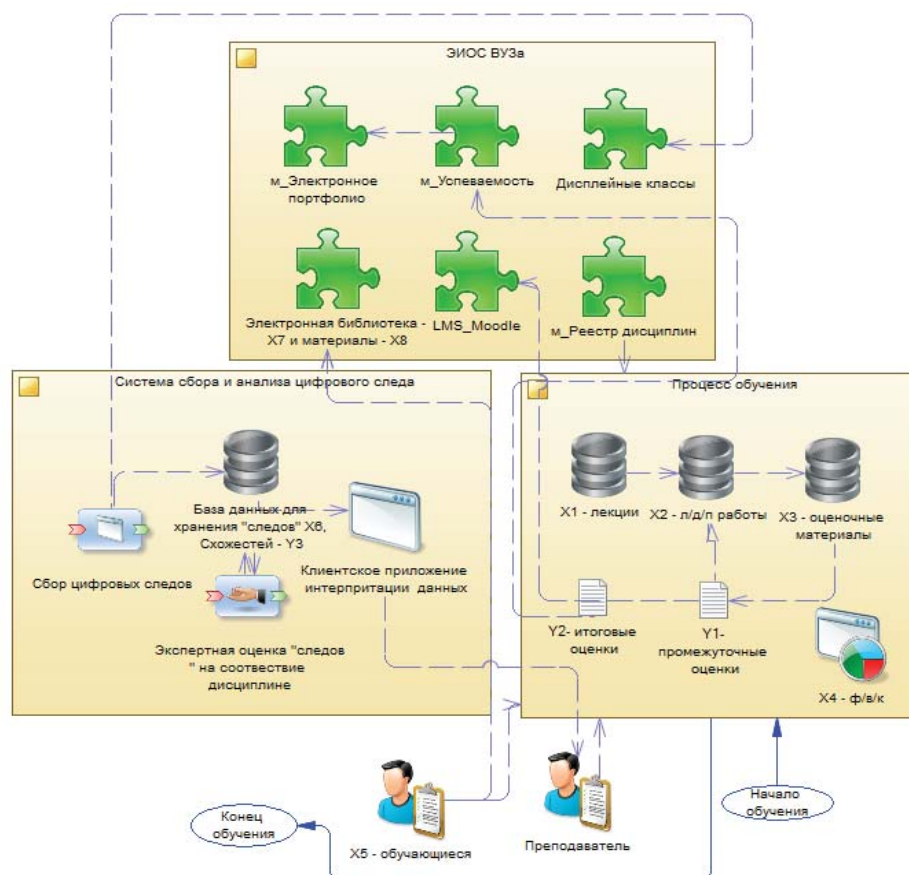


Рис. 1. Архитектура системы «Электронное образование»



Рис. 2. Схема работы системы по получению и обработке цифрового следа

Основным отличием представленной модели является наличие клиента для работы с системой. Запросы на получение выходных данных, а также ввод исходного документа будет осуществляться при помощи клиентского приложения, но система будет полностью автономной и может работать без него. Клиентское приложение должно решать задачу создания удобного интерфейса работы с распределенной системой сбора и анализа цифрового следа.

Сервер системы должен поддерживать работу с несколькими потоками для осуществления своевременной обработки данных, используя параллельную работу, что обеспечит ускорение обработки данных.

Анализ данных будет осуществляться при помощи алгоритма тематического моделирования методом вероятностного латентно-семантического анализа. Формула разделения текстов на тематики, используемая в технологии bigARTM, имеет вид

$$p(d, w) = \sum p(t)p(w|t)p(d|t), t \in T$$

где t – тема;

$p(t)$ – неизвестное априорное распределение тем во всей коллекции;

$p(d)$ – априорное распределение на множестве документов: $p(d) = nd / n$ – длина документов;

$p(w)$ – априорное распределение на множестве слов: $p(w) = nw / n$, где nw – число вхождений слова w во все документы.

Пример разделения сайтов по тематическим моделям можно представить в виде схем тематического анализа двух документов из статей «Ботаника» и «Астрология» (рис. 3).

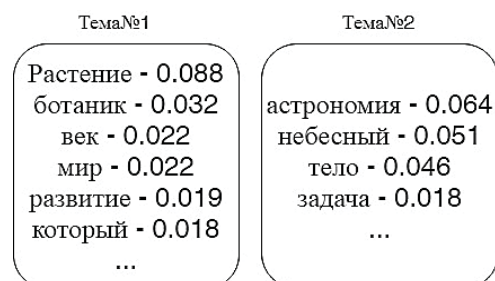


Рис. 3. Пример тематического моделирования текста

После получения списка вероятностей совпадения тем необходимо получить модель поведения студентов. Сравнение исходного документа со всеми сайтами, посещенными студентами во время занятий, отсеянных при помощи фильтра по времени посещения, использование описанного ранее алгоритма даст представление о качестве получаемой студентами информации из сети Интернет.

Система берет на входе исходный документ, описывающий изучаемую дисциплину, сравнивая со всеми известными сайтами, подходящими по условию. В итоге получаем коэффициент полезности времени, проведенного студентами на сайтах.

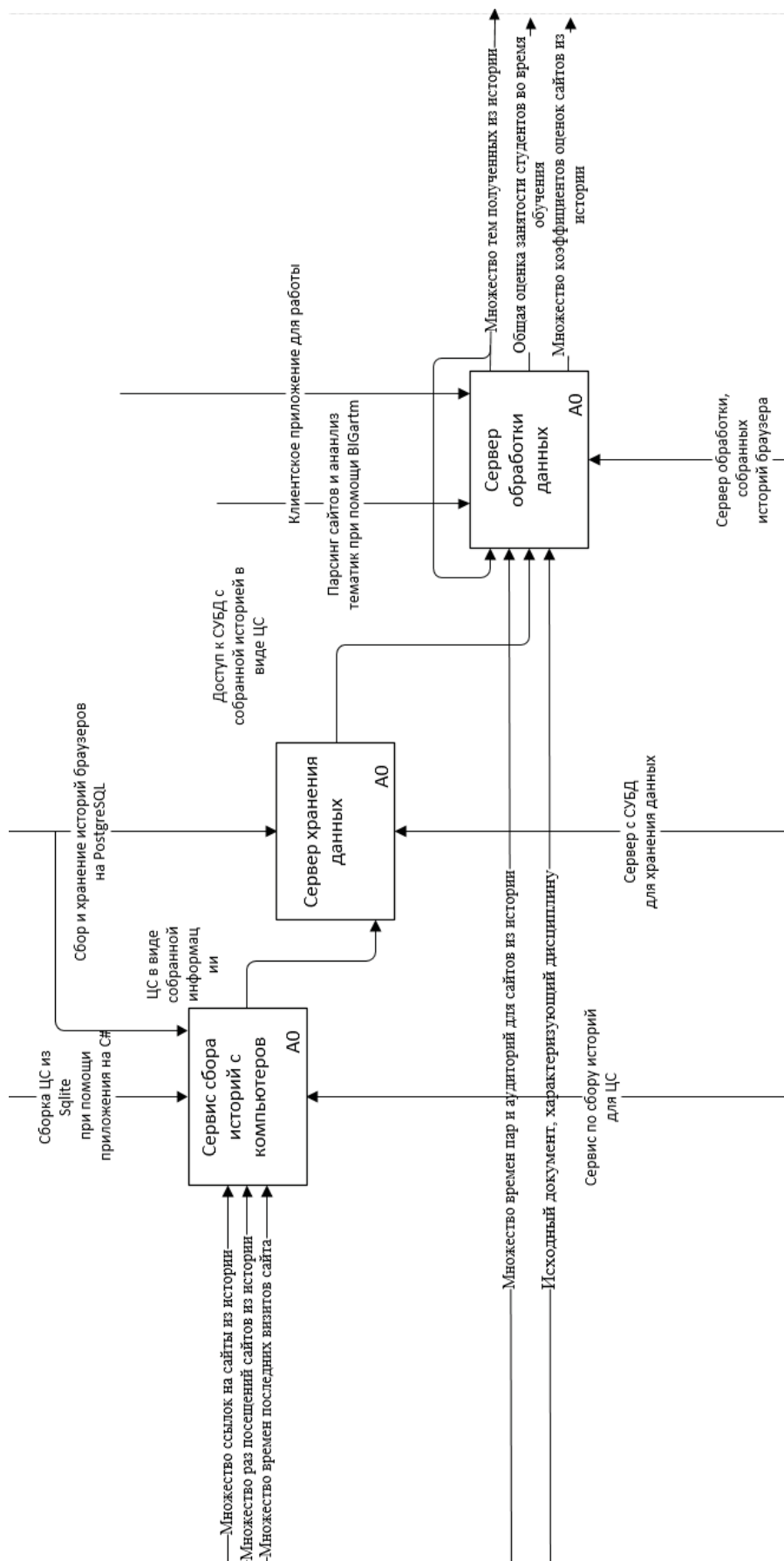


Рис. 4. Полная модель данных

Выборки данных для распознавания полезности сайта

Тестовая выборка	Ожидаемый ответ	Тестовая выборка	Ожидаемый ответ
Текст с сайта «youtube.com»	30 % полезности	Текст с сайта «esstu.ru»	50 % полезности
Текст с сайта «intuit.ru»	70 % полезности	Текст с сайта «esstu.ru»	0 % полезности
Текст с сайта «tiktok.com»	0 % полезности	Текст с сайта «esstu.ru»	80 % полезности

В таблице приведен пример ожидаемого ответа от программы. То есть система будет говорить, был ли полезен каждый сайт по отдельности, а потом интегрировать все полученные данные и давать итоговый вердикт.

При решении данной комплексной задачи будет использоваться готовое решение на основе библиотеки BigARTM, функциональная модель которой состоит из трех блоков (рис. 4).

Запрос такого анализа при помощи BigARTM будет осуществляться через удобный пользователю графический интерфейс, который получает на вход исходный документ, характеризующий дисциплину.

На основе полученных выходных данных система может дать рекомендации по сайтам, которые обучающиеся посещали чаще остальных. Это должны быть сайты, подходящие под тематику заданной дисциплины, так как они помогут обучающимся следующих курсов лучше освоить преподаваемую дисциплину.

Заключение

Предложенный в работе «цифровой переход» позволяет улучшить взаимодействие между участниками образовательного процесса и повысить качество освоения образовательной программы. Разработка

системы обработки цифрового следа в образовательном учреждении является одним из ключевых элементов в цифровизации основного процесса и позволяет выстраивать индивидуальную образовательную траекторию обучающегося.

Список литературы

1. Цифровой след: новые задачи системы образования в эпоху данных [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/513616/> (дата обращения: 10.03.2022).
2. Цифровой след показал профессиональную компетентность студентов [Электронный ресурс]. URL: <https://openscience.news/posts/2401-tsifrovoy-sled-pokazal-professionalnuyu-kompetentnost-studentov/> (дата обращения: 10.03.2022).
3. Абакумова Н.Н., Алексеев А.А. Информационная среда как ресурс для развития образовательного учреждения. Открытое и дистанционное образование. Томск, 2008. С. 35–41.
3. Положение «Об электронной информационно-образовательной среде в университете» [Электронный ресурс]. URL: <https://esstu.ru/uportal/document/download.htm?documentId=18044> (дата обращения: 10.03.2022).
4. Шамсутдинова Т.М. Когнитивная модель траектории электронного обучения на основе цифрового следа // Журнал «Open education». 2020. V. 24, № 2. Секция Математическое обеспечение – 2020. URL: <https://openedu.rea.ru/jour/article/view/726> (дата обращения: 10.03.2022).
5. «Цифровой след» как инструмент повышения качества исходных данных скоринг-моделей потенциального заёмщика [Электронный ресурс]. URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/52597/1/conference_tpu-2018-C04_p389-390.pdf (дата обращения: 10.03.2022).

УДК 004.42:617.751.6

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ С АМБЛИОПИЕЙ

¹Новицкая В.А., ²Карякина О.Е., ³Карякин А.А., ²Оруджова О.Н.¹ООО «Облачная медицина», Санкт-Петербург, e-mail: vika-novickay2009@yandex.ru;²ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: o.travnikova@narfu.ru, o.orudjova@narfu.ru;³ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России,
Архангельск, e-mail: biophysica@gmail.com

В статье рассмотрены медико-социальные аспекты проблемы охраны зрения детского населения. Показана актуальность применения компьютерных технологий для восстановления функций зрительного анализатора, а также описаны широко применяющиеся в клинической практике для этих целей программные комплексы. Представлены результаты разработки компьютерной программы для восстановления зрительных функций у детей с амблиопией, сочетающей в себе возможности реализации методов компьютерной плеоптики, а также базы данных по учету сведений о пациентах и результатах их тренировок. Интерфейс программы разработан с использованием языка «CSS», реализация функций сбора и накопления сведений о пациентах обеспечивается подключением к программе базы данных «PostgreSQL». Компьютерная программа содержит три специальных упражнения: «Цветок», «Перемещающийся шарик», «Движущийся шарик» – для которых предусмотрена возможность настройки широкого перечня параметров тренировки, что позволяет подобрать индивидуальные условия для пациентов с различными уровнями зрительных нарушений. Реализация сложных пространственно-временных паттернов зрительной стимуляции обеспечивается возможностью варьировать и дозировать оказываемую длительность воздействия, индивидуально оптимизировать режим проводимых процедур. Важнейшим достоинством разработанной компьютерной программы является реализация функций базы данных по накоплению, хранению и редактированию сведений о пациентах, что позволит сформировать представление о характере изменений в состоянии здоровья органа зрения, осуществлять контроль за диспансерной группой детей с амблиопией.

Ключевые слова: зрительные функции, амблиопия, плеоптика, компьютерная программа

THE COMPUTER PROGRAM FOR RECOVERY OF VISUAL FUNCTIONS IN CHILDREN WITH AMBLYOPIA

¹Novitskaya V.A., ²Karyakina O.E., ³Karyakin A.A., ²Orudzhova O.N.¹ООО Cloud Medicine, Saint Petersburg, e-mail: vika-novickay2009@yandex.ru;²Northern (Arctic) Federal University (NArFU), Arkhangelsk,
e-mail: o.travnikova@narfu.ru, o.orudjova@narfu.ru;³Northern State Medical University, Arkhangelsk, e-mail: biophysica@gmail.com

The medical and social aspects of the problem of protecting the health of the child population are provided. The relevance of the use of computer technologies for restoring the functions of the visual analyzer are shown, and software systems widely used in clinical practice for these purposes are described. The results of the development of a computer program for the restoration of visual functions in children with amblyopia, which combines the possibilities of implementing computer pleoptics methods, as well as a database for recording information about patients and the results of their training are provided. The program interface is developed using the CSS programming language, the implementation of the functions of collecting and accumulating information about patients is provided by connecting the «PostgreSQL» database to the program. The computer program contains three special exercises “Moving Ball”, “Flower”, “Mobile Ball”, for which it is possible to set a wide range of training parameters, which allows you to select individual conditions for patients with different levels of visual impairment. The results of the development of the program demonstrate an increase in the effectiveness of the treatment of children with amblyopia through computer training in the format of interactive exercises that stimulate the function of the cortical part of the visual analyzer. The implementation of complex space-time patterns of visual stimulation are provided with the ability to vary and dose the duration of exposure, to individually optimize the mode of procedures.

Keywords: visual functions, amblyopia, pleoptics, computer program

В настоящее время оценки ВОЗ, касающиеся глобальных масштабов и причин нарушения зрения, подтверждают наличие достаточно широких возможностей здравоохранения в предотвращении и лечении до 80% всех причин таких нарушений [1]. Согласно данным Всемирного доклада о проблемах зрения, опубликованного ВОЗ в 2019 г., в мире насчитывается не менее

2,2 млрд случаев нарушения зрения, причём более 1 млрд из них являются следствием отсутствия профилактики или лечения [2].

К числу важнейших медико-социальных проблем современного общества относится охрана зрения у детского населения в силу как высокой распространенности нарушений зрения, так и современных условий, что значительно увеличивает нагрузку

на зрительный анализатор [3]. Центральной проблемой детской офтальмологии являются аномалии рефракции, которые могут приводить не только к выраженному снижению зрительных функций у детей, но и к психологическим и социальным проблемам у данной категории пациентов как в повседневной жизни, так и в профессиональной сфере в будущем, и требуют больших временных и материальных затрат на лечение [4].

Выявлению и лечению заболеваний глаз, зрительной системы в детском и подростковом возрасте по праву уделяется повышенное внимание. Комплекс мероприятий при лечении заболеваний глаз у детей чрезвычайно важно проводить в максимально ранние сроки, учитывая сопутствующую общесоматическую патологию. Незавершенность дифференцировки нервных элементов и высокая пластичность нейронов в детском возрасте дают возможность в более короткие сроки значительно улучшить зрение, нежели при лечении взрослых пациентов [5]. Уровень распространённости патологии зрения среди детей и подростков в Российской Федерации на 19% превышает показатели заболеваемости взрослого населения со стойкой тенденцией к росту, составляя 13 тыс. на 100 тыс. детского населения [6].

К одной из наиболее значимых причин стойкого снижения остроты зрения у детей относят рефракционную амблиопию, распространённость которой при сочетании с гиперметропией составляет от 12 до 70%, с косоглазием – 70–87% [7]. Для успешного лечения амблиопии необходимы функциональные тренировки зрения при создании преимущественных условий для амблиопического глаза. Многообещающей стратегией для лечения бинокулярных нарушений является перцептивное обучение с применением специальных интерактивных компьютерных программ, использование которых позволяет восстановить бинокулярное зрение, методика признана эффективной и широко используется в клинической практике [8, 9].

В основе методов компьютерной плеоптики лежат современные представления о функционировании каналов передачи информации в зрительной системе на разных ее уровнях. Они реализованы в виде компьютерных игр, которые адаптируются к степени снижения зрительных функций и сочетают избирательную стимуляцию с комплексным воздействием и неспецифической активацией пораженных подсистем [10]. Благодаря пластичности мозга и его способности к обучению, при регулярных занятиях (2–5 тыс. упражнений за курс лечения) наблюдается повышение уровня ак-

тивности зрительных нейронов с изменением межнейронных связей в зрительной коре, которое приводит к нормализации работы всей зрительной системы и обеспечивает долговременные результаты лечения [11]. Интенсивное внедрение в офтальмологию современных цифровых технологий позволило рассматривать компьютерные методы, применяемые для восстановления функций зрительного анализатора, как доступный способ повышения эффективности лечения страдающих амблиопией детей.

В программах для восстановления бинокулярных зрительных функций пациент имитирует предметную деятельность в виртуальном пространстве, адаптируемом к особенностям его зрения за счет разделения полей зрения и подбора такого характера и степени диссоциации изображений для правого и левого глаза, при которых обеспечивается совместная работа обоих глаз [12]. В клинической практике для восстановления и развития зрительных функций, контроля за проводимым лечением широко используется сертифицированный аппаратно-программный комплекс «Окулист» (ООО «Астроинформ СПЕ», Россия), который включает в себя различные по функциям программные модули. Нами были проанализированы возможности ряда других аналогичных компьютерных программ, среди которых интегрированный лечебно-диагностический комплекс программ «Академик» (ИППИ РАН, Россия), программа для восстановления бинокулярного зрения «Маленький волшебник» (МНТК «Микрохирургия глаза», Тамбовский государственный университет, Россия), программный пакет МЕКО (КАПБИС, Россия), компьютерно-тренировочный комплекс «Школьник» (Россия).

В результате проведенного обзора существующих комплексов программ была отмечена их значительная закупочная стоимость и необходимость приобретения всего комплекта модулей, а также продление резервного времени занятий за дополнительную плату. Кроме того, в ряде случаев пользователи отмечают некорректную работу компьютерных тренажеров в некоторых операционных системах, повышенные требования к цветопередающим характеристикам монитора, использование специальных очков.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования явилась разработка компьютерной программы для восстановления зрительных функций у детей с амблиопией, сочетающей в себе возможности реализации методов компьютерной плеоптики, а также базы данных по учету сведений о пациентах и результатах их тренировок.

Материалы и методы исследования

Компьютерная программа разработана на языке JavaScript с помощью среды «Visual Studio Code», интерпретируемой фреймворком «Electron», который включает в себя платформу Node.js, обеспечивающую работу с базой данных, а также библиотеки рендеринга. Интерфейс программы разработан с использованием языка иерархических правил «CSS». Реализация функций сбора и накопления сведений о пациентах обеспечивается подключением к программе базы данных «PostgreSQL». Проектирование интерфейса программы и компьютерных упражнений осуществлялось при консультационной поддержке врачей-офтальмологов Северного детского офтальмологического центра (г. Архангельск).

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная компьютерная программа для восстановления остроты зрения у детей с амблиопией включает в себя пять функциональных блоков, предназначенных для реализации ввода информации о новом пациенте, выбора упражнения для тренировки, записи результатов в базу данных. Структурная схема компьютерной программы, отражающая взаимосвязь основных блоков, представлена на рис. 1.

При запуске программы пользователю необходимо пройти авторизацию, после чего происходит запуск главного диалогового окна. Совокупность сведений о пациенте заносится в первый блок и включает в себя помимо основных данных (ФИО, пол, возраст, адрес регистрации, дата заполнения) меди-

цинскую информацию о диагнозе, остроте зрения без коррекции и с коррекцией, оценку компонентов фузии, значения фузионных резервов, расстройство конвергенции, силу рефракции. После корректного ввода и сохранения сведений о пациенте программа переходит к выбору компьютерного упражнения. Следует отметить, что с помощью функций второго блока предусмотрена возможность настройки широкого диапазона параметров проводимых компьютерных тренировок, а именно уровня сложности упражнения, скорости перемещения и контрастности объектов, цветовой гаммы, что позволяет подобрать исходные индивидуальные условия занятий для пациентов с различными уровнями зрительных нарушений.

Третий блок разработанной программы «Блок лечения амблиопии» содержит специальные упражнения «Цветок», «Перемещающийся шарик», «Движущийся шарик», выбор которых осуществляется через диалоговое окно пользователя. Несмотря на различия зрительных стимулов, предъявляемых пациенту, все они основаны на принципах построения компьютерных программ для коррекции функциональных зрительных нарушений и направления для лечения амблиопии. Игровой смысл поставленной задачи предусматривает синхронизацию действий пользователя по обнаружению и слежению за визуальными образами на экране компьютера с движениями компьютерной мыши. Настройка размеров и временных характеристик отображаемых зрительных стимулов осуществляется автоматически с использованием функции отслеживания реакции пациента.

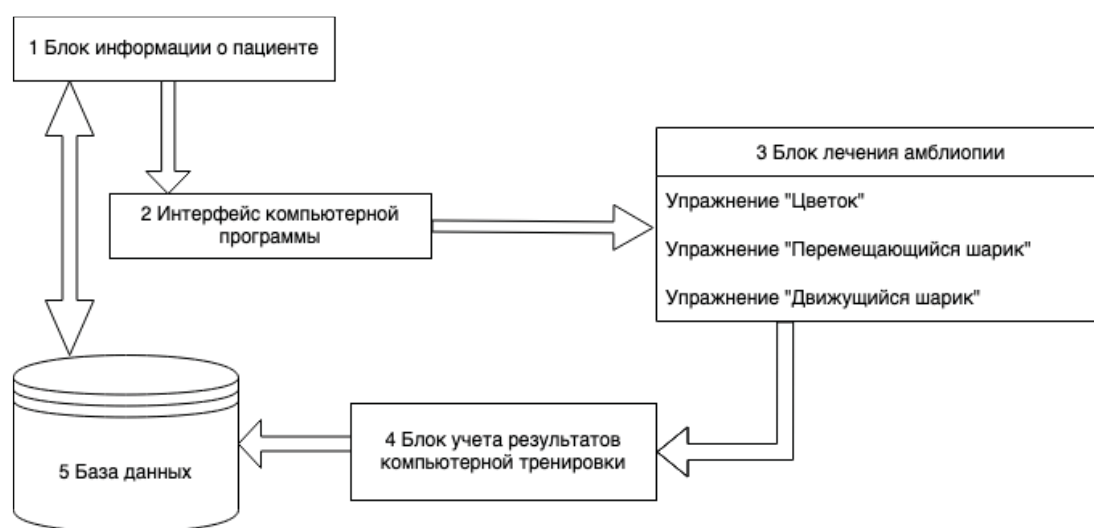


Рис. 1. Структурная схема компьютерной программы для восстановления зрительных функций у детей с амблиопией

Классическое упражнение «Цветок» предлагает пациенту серию усложняющихся, но однотипных зрительных тренировок, состоящих в поиске заданного объекта среди нескольких, предъявляемых на лепестках цветка (рис. 2, а). Стимуляция механизмов локализации и фиксации объектов на однородном черном фоне или на фоне паттерна была реализована в упражнении «Перемещающийся шарик», при выполнении которого пациенту необходимо поймать с помощью манипулятора «мышь» перемещающийся по фоновому изображению кружок (рис. 2, б). По мере прохождения упражнения и изменения уровня его освоения размеры клеток паттерна уменьшаются, а скорость перемещения кружка изменяется, что обеспечивает оптимальный лечебный эффект.

Упражнение «Движущийся шарик» использует стереокинетический круглый стимул, который движется по шахматному полю (рис. 3). Пользователю необходимо с помощью манипулятора «мышь» поймать зрительный стимул, появляющийся в случайном месте экрана. Когда глаз пациента занят поисками круга, возбуждаются раз-

личные нейроны, в том числе детекторы контраста, движения и ориентации, активизируются процессы конвергенции и аккомодации, определяющие четкость изображения на сетчатке. Игровая задача побуждает пациента удерживать взор на движущемся круге в течение одной минуты.

С помощью четвертого составного компонента программы «Блок учета результатов компьютерной тренировки» фиксируются даты и длительность тренировок, производится подсчет количества допущенных ошибок с представлением данных в табличном и графическом формате, что позволяет оценивать динамику лечения.

Совокупность информации о пациентах хранится в системе управления базой данных «PostgreSQL» (блок 5). В ходе анализа первичных сведений была построена инфологическая модель, а именно выявлены информационные объекты создаваемой реляционной базы данных, содержащие сведения об основных свойствах предмета автоматизации, установлены взаимосвязи между хранимыми в базе данных отношениями (таблицами) (рис. 4).

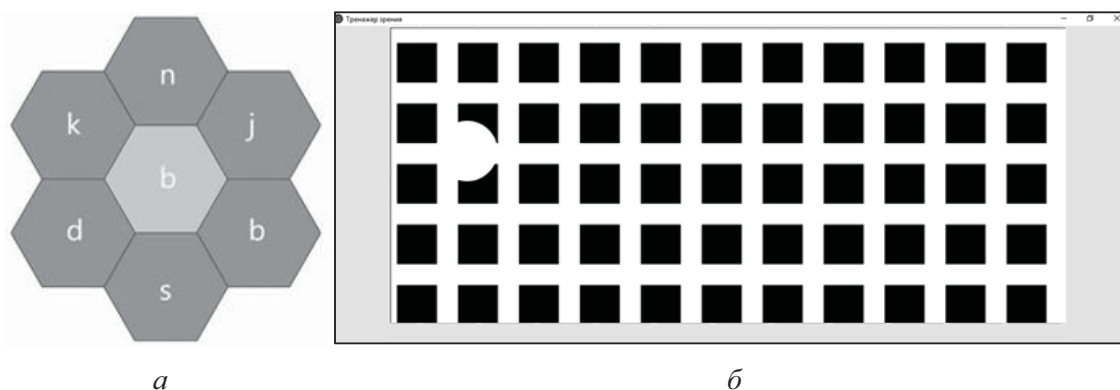


Рис. 2. Диалоговое окно выполнения упражнений «Цветок» (а), «Перемещающийся шарик» (б)

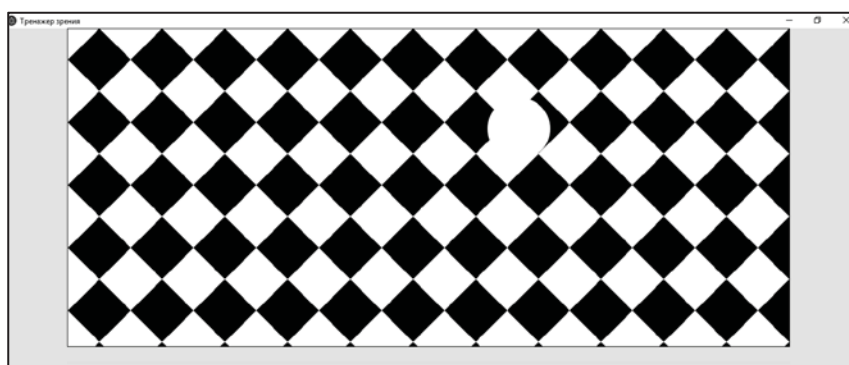


Рис. 3. Диалоговое окно выполнения упражнения «Движущийся шарик»

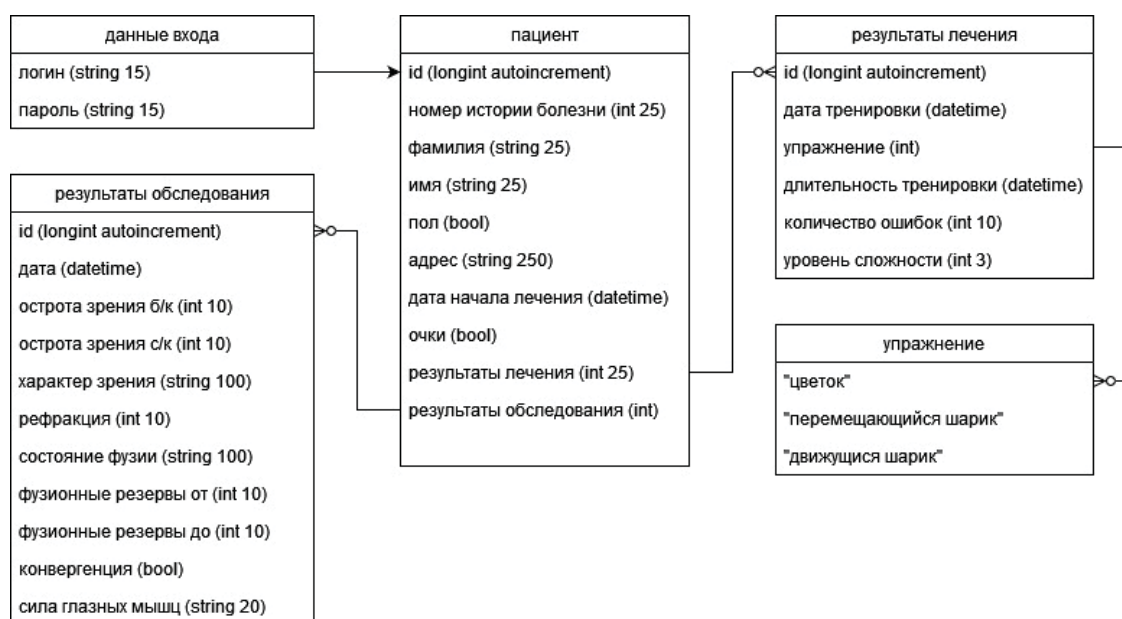


Рис. 4. Диаграмма отношений набора сущностей базы данных компьютерной программы

Создание таблиц базы данных и необходимых взаимосвязей между ними было выполнено с применением графического инструмента «pgAdmin 4». На первом этапе проектирования базы была выполнена нормализация исходных данных, выделены ключевые, индексируемые поля, определены типы данных и оптимальная длина полей таблиц. Содержанием второго этапа проектирования стало формирование следующих таблиц «Данные входа», «Пациент», «Результаты лечения», «Упражнения» и «Результаты обследования». Таблица «Данные входа», включающая сведения о логине и пароле, обеспечивает строгие требования к способу хранения пароля на основе 8-битного MD5 хэширования, при этом значения хэша были выбраны с учетом особенностей хранимой информации. Далее осуществляли разработку пользовательского интерфейса путем формирования электронных форм, предназначенных для быстрого и качественного взаимодействия пользователя с системой.

Корректность вводимой в поля электронных форм информации и исключения возможности ввода ошибочных данных достигается использованием специальной функции контроля типов значений, дополнительно наряду с формализованной информацией часть сведений может быть занесена в свободной форме. Отдельные поля, такие как «имя», «фамилия», «состояние фузии», «фузионные резервы», должны состоять из букв латинского алфавита или ки-

риллицы и не содержать знаки пробел, запятая, точка или специальные символы, числовые значения исключают ввод строковых данных. Выявление ошибок передачи информации из электронных форм пользователя в таблицы базы данных и оценка надежности разработанной компьютерной программы были выполнены с помощью специально написанных unit-тестов.

Встроенная в программу база данных содержит конструктор запросов, в котором пользователь может задать условия поиска при различных сочетаниях интересующих параметров взаимосвязанных таблиц и получить результирующую таблицу. Использование запросов предоставляет пользователю возможность упорядочивания, фильтрации, изменения и объединения данных.

Апробация программного продукта проводилась в тестовом режиме совместно с врачами-офтальмологами Северного детского офтальмологического центра: одобрены функциональные возможности системы, соответствующие требованиям, которые были заявлены на этапе постановки задачи, произведена отладка программного кода, оптимизирован ряд функций.

Таким образом, разработанная нами компьютерная программа представляет собой современный цифровой инструмент, применение которого в клинической практике позволит расширить диагностические возможности офтальмологических кабинетов, повысить доступность компьютерных

методов плеоптики для пациентов. Значимым фактором является использование языка JavaScript, базирующегося на свободном программном обеспечении, что исключает лицензионные отчисления на проприетарные программные продукты и позволяет обоснованно подойти к экономии денежных средств государственной бюджетной медицинской организации.

Заключение

Предлагаемые авторами в настоящем исследовании программные решения направлены на повышение эффективности лечения детей с амблиопией за счет компьютерных тренировок в формате интерактивных упражнений, стимулирующих функцию коркового отдела зрительного анализатора. Реализация сложных пространственно-временных паттернов зрительной стимуляции обеспечивается возможностью варьировать и дозировать оказываемую длительность воздействия, индивидуально оптимизировать режим проводимых процедур. Встроенные в программу компьютерные упражнения предполагают выполнение пациентами осмысленной зрительной работы, что является важным фактором, влияющим на результаты проводимой комплексной терапии.

Подводя итоги работы, необходимо подчеркнуть, что важнейшим достоинством разработанной компьютерной программы является реализация функций базы данных по накоплению, хранению и редактированию сведений о пациентах. Это позволит сформировать представление о характере изменений в состоянии здоровья органа зрения, осуществлять контроль за диспансерной группой детей с амблиопией. Предлагаемая система может быть рекомендована для использования в учреждениях здравоохранения офтальмологического профиля, а также для индивидуального домашнего применения у детей в возрасте от трех лет. На компьютерную программу получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ [13].

Таким образом, разработанная компьютерная программа позволит оказывать выраженный положительный эффект в виде повышения остроты зрения и исправления фиксации взгляда у детей с амблиопией, поддерживая приверженность пациента

прохождению лечения, осуществлять гибкую настройку параметров интерактивных упражнений, получать быстрый доступ к результатам лечения пациента и принимать обоснованные решения, осуществлять мониторинг динамики лечения пациентов на основе анализа количественных результатов компьютерных тренировок.

Список литературы

1. Universal eye health: a global action plan 2014–2019. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Brochure and flyer. 26 October 2013. 22 p.
2. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet Glob Health. 1 December 2020. P. 144–160.
3. Галимзянова Г.З., Гурылева М.Э. Факторы, способствующие формированию миопии у школьников // Российский педиатрический журнал. 2012. № 2. С. 47–51.
4. Маркова Е.Ю., Курганова О.В., Безмельницкая Л.Ю., Пронько Н.А., Венедиктова Л.В. Клинико-экономическое обоснование ранней диагностики аметропий у детей // Российский офтальмологический журнал. 2017. № 1. С. 26–30.
5. Кизеев М.В., Ершова С.Ю., Красногорская В.С., Антипина С.Б., Нежкина Н.Н. Оценка эффективности комплексных реабилитационных мероприятий у детей и подростков с аномалиями рефракции в виде миопии, гиперметропии, спазма аккомодации // Курортная медицина. 2016. № 2. С. 179–181.
6. Катаргина Л.А., Михайлов Л.А. Состояние детской офтальмологической службы в Российской Федерации (2012–2013 гг.) // Российская педиатрическая академия. 2015. № 1. С. 5–10.
7. Апаев А.В., Тарутта Е.П. Сравнительная оценка параметров зрительной фиксации при амблиопии различного генеза // Вестник офтальмологии. 2020. № 2. С. 26–31.
8. Подугольников Т.А. Восстановление зрительных функций при амблиопии с помощью компьютерных тренировок // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2013. № 34. С. 45–51.
9. Мешочкова М.В., Онуфрейчик Е.Н., Богданова Е.Л. Информационные технологии в медицине: правовая охрана и защита интеллектуальной собственности // АНИ: экономика и управление. 2017. № 18. С. 123–125.
10. Матросова Ю.В. Этиопатогенез, клиника и методы лечения больных с амблиопией // Офтальмологический журнал. 2010. № 3. С. 25–29.
11. Рябцева А.А., Таранникова С.В. Опыт использования офтальмотренажера-релаксатора «Визотроник» у детей с миопией в глазном отделении МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского // Актуальная биотехнология. 2014. № 3. С. 78–79.
12. Залевская С.О., Карабут Н.В. Развитие информационных технологий в медицине // Инновационная наука в глобализующемся мире. 2017. № 1 (4). С. 57–58.
13. Новицкая В.А., Пузырев С.М., Карякина О.Е. Компьютерная программа для лечения амблиопии // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018660212 от 20.08.2018.

УДК 62-50:681.51

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В ТРУБЧАТОМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕ БИОРЕАКТОРА****Ожогова Е.В., Лубенцова Е.В., Лубенцов В.Ф.***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: vf.lubentsov@yandex.ru*

С учетом динамики тепловых потоков, создающих возмущение на температуру среды через поверхность стенки нагревателя, формализована математическая модель нагревателя, используемого для регулирования температуры среды процесса анаэробного сбраживания в биореакторе. Получение модели основано на уравнении переноса тепла через стенку с применением классического метода решения задачи теплофизики – метода Фурье при граничных условиях для случая конвективного механизма теплоотдачи. При этом в уравнениях учтены критерии Био, характеризующие неравномерность температурного поля, и критерий Фурье, характеризующий нестационарность процессов. Приведены полученные расчетные области значений параметров массивности в зависимости от коэффициентов теплоотдачи конвекцией в стационарном режиме со стороны рабочей среды и со стороны окружающей среды для различных значений толщины стенки нагревателя и коэффициента теплопроводности изотропного материала стенки. Практическая ценность работы состоит в том, что, используя рассчитанные области значений параметров массивности, получены значения постоянной времени модели при конвективном механизме теплоотдачи, характеризующей инерционность при регулировании температуры с помощью трубчатого нагревателя. Полученные расчетные значения позволяют, зная свойства материала стенки, оценить рациональную толщину стенки нагревателя, обеспечивающую минимальную инерционность при фиксированной интенсивности нагрева среды. В случае фиксированной толщины стенки можно выбрать тип нагревателя, изготовленного из материала, обладающего определенными (требуемыми) теплофизическими свойствами. Полученная в работе модель использована при синтезе и анализе системы регулирования температуры трубчатого электрического нагревателя в биореакторе.

Ключевые слова: математическая модель, нагреватель, теплоперенос, критерии Био, постоянная времени**MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL PROCESSES
IN THE TUBULAR ELECTRIC HEATER OF THE BIOREACTOR****Ozhogova E.V., Lubentsova E.V., Lubentsov V.F.***Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: vf.lubentsov@yandex.ru*

Taking into account the dynamics of heat flows that create a perturbation to the environment temperature through the surface of the heater wall, a mathematical model of the heater used to regulate the temperature of the environment of the anaerobic fermentation process in a bioreactor is formalized. The model is based on the equations of heat transfer through the wall using the classical method of solving the thermo physics problem – the Fourier method under boundary conditions for the case of a convective heat transfer mechanism. At the same time, the Bio criteria characterizing the unevenness of the temperature field and the Fourier criterion characterizing the unsteadiness of the processes are taken into account in the equations. The calculated ranges of values of the massiveness parameters are given depending on the coefficients of heat transfer by convection in stationary mode from the working environment and from the environment for different values of the heater wall thickness and the coefficient of thermal conductivity of the isotropic wall material. The practical value of the work consists in the fact that, using the obtained ranges of values of the massiveness parameters, the values of the time constant of the model are obtained with a convective heat transfer mechanism that characterizes inertia when temperature is regulated using a tubular heater. The calculated values allow, knowing the properties of the wall material, to estimate the rational thickness of the heater wall, providing minimal inertia at a fixed heating intensity of the environment. In the case of a fixed wall thickness, you can choose the type of heater made of a material with certain (required) thermo physical properties. The model obtained in the work is used in the synthesis and analysis of the temperature control system of a tubular electric heater in a bioreactor.

Keywords: mathematical model, heater, heat transfer, Bio criteria, time constant

Важная роль в современном развитии энергетической отрасли России принадлежит биоэнергетике, основой которой является использование различных биоматериалов в качестве топлива. Обусловлено это многими факторами, среди которых истощение ископаемых энергоресурсов, а также возможность с помощью биоэнергетики решить экологические проблемы. Биогазовые установки (БГУ) обеспечивают переработку органических отходов (стоков животноводческих производств и растени-

еводства) и осадков сточных вод в биогаз (горючий газ). Попутно с биогазом на БГУ получают высокоэффективное дорогостоящее жидкое органическое удобрение [1].

Для достижения максимальной эффективности образования биогаза и получения органических удобрений в БГУ должен поддерживаться оптимальный для данной установки температурный режим – важнейший фактор процесса сбраживания [2]. Для обеспечения оптимального температурного режима, а также для лучшего обез-

зараживания сырья, используются два метода подогрева: прямой подогрев в форме пара или смешивающейся с сырьем горячей воды и не прямой подогрев через теплообменные устройства с различными нагревательными устройствами [3]. Добавление горячей воды повышает влажность субстрата и поэтому может использоваться только там, где это допустимо. Внешний подогрев с помощью теплообменника с теплопроводящими элементами на поверхности стен реактора биогазовой установки менее эффективен из-за потерь тепла с поверхности стен. Непрямой подогрев с размещением теплообменных устройств в зоне действия перемешивающего устройства помогает избежать осаждения твердых частиц на их поверхности. В современных мощных электронагревательных приборах в качестве основы их нагревательных устройств используются трубчатые электрические нагреватели – ТЭНы.

Таким образом, одной из важных и актуальных задач повышения эффективности работы БГУ является задача оптимального поддержания температурного режима в условиях определенной системы подогрева. Достижение желаемого эффекта невозможно без совершенствования систем управления тепловыми процессами как на этапе загрузки среды в биореакторы (метантенки) БГУ, так и в режиме стабилизации. Эта задача требует разработки и реализации математической модели, учитывающей влияние тепловых потоков на температуру среды в процессе анаэробного сбраживания в биореакторе.

Целью исследования является анализ инерционности нагревателя на основе формализации полученной его математической модели с учетом процесса переноса тепла через стенку и предварительно рассчитанных областей значений чисел массивности и значений постоянной времени при конвективном механизме теплоотдачи.

Материалы и методы исследования

Тепловые потоки свойственны теплообменным агрегатам как периодического, так и непрерывного действия. Функционирование теплообменного агрегата метантенка БГУ проходит в нестационарном тепловом режиме, который характеризуется предварительным нагревом сырья заданного объема и в течение определенного времени перед загрузкой в биореактор и режимом стабилизации температуры среды в биореакторе с высокой точностью, особенно для термофильного режима сбраживания. Решение такой задачи требует получения модели по каналу изменения температуры

с учетом динамики тепловых потоков, создающих возмущение на температуру среды через поверхность стенки нагревателя. Возмущение от теплового потока нагревателя влияет на температуру среды в аппарате через стенку нагревателя. Теплопередающая поверхность нагревателя изготавливается из различных материалов, теплофизические свойства которых также изменяются при изменении температуры.

В работе [4] получены основные уравнения переноса тепла через стенку с применением классического метода решения задачи теплофизики – метода Фурье при граничных условиях для случая конвективного механизма теплоотдачи с помощью учета в уравнениях констант – критериев Био, характеризующих неравномерность температурного поля, и критерия Фурье, характеризующего нестационарность процессов [5].

В данной работе с учетом сложных теплофизических эффектов и полученных в [4] основных уравнений теплопереноса через стенку в динамическом режиме формализована математическая модель процесса нагрева среды по каналу возмущения от теплового потока нагревателя (трубчатого электронагревателя, например ТЭНа, теплообменника и др.) для целей моделирования системы управления тепловым агрегатом – метантенком БГУ. Оценка инерционности теплового объекта проведена путем анализа передаточной функции процесса при ступенчатом изменении теплового потока в стенке нагревателя для практического использования этой информации при математическом моделировании динамических процессов в трубчатом электронагревателе.

При конвективном механизме теплоотдачи коэффициентами модели являются коэффициент теплопроводности изотропного материала стенки, полная толщина стенки, а также коэффициенты теплоотдачи конвекцией в стационарном режиме со стороны рабочей среды (α_1) и со стороны окружающего пространства (α_2). Учет влияния излучения производится суммированием коэффициентов теплоотдачи – конвективного и лучистого. При конвективном механизме теплоотдачи числа массивности стенки α_1 и α_2 , входящие как константы в динамические уравнения, являются числами Био [4]: $\alpha_1 = Bi_1 = \alpha_1 \cdot \Delta x / \lambda$, $\alpha_2 = Bi_2 = \alpha_2 \cdot \Delta x / \lambda$, где Δx – толщина стенки; λ – коэффициент теплопроводности изотропного материала стенки; α_1 , α_2 – коэффициенты теплоотдачи конвекцией в стационарном режиме со стороны рабочей среды и со стороны окружающей среды. Теплопередающие поверхности нагревателей изготавливаются из различных матери-

алов, теплофизические свойства которых также изменяются с изменением температуры. Если представить изменения коэффициентов теплоотдачи от естественной конвекции до конвекции при фазовых переходах в интервале $\alpha_1 = 10 \dots 2 \cdot 10^3$ Вт/м·К, а изменение теплопроводности материалов нагревателя – в интервале $\lambda = 0,01 \dots 400$ Вт/м·К, то область значений числа æ_1 при изменении ее толщины $\Delta x = 0,005 \dots 0,1$ м составляет $\text{æ}_1 = 5 \dots 0,0025$ (при $\alpha_1 = 10$ Вт/м·К) и $\text{æ}_1 = 1000 \dots 0,5$ (при $\alpha_1 = 2000$ Вт/м·К). При тех же данных и при изменении коэффициента теплоотдачи α_2 в $10 \dots 400$ Вт/м·К область значений æ_2 составляет $\text{æ}_2 = 5 \dots 0,0025$ (при $\alpha_2 = 10$ Вт/м·К) и $\text{æ}_2 = 200 \dots 0,1$ (при $\alpha_2 = 400$ Вт/м·К).

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1, 2 приведены расчетные значения параметров æ_1 и æ_2 в зависимости

от α_1 и α_2 для различных значений Δx и λ . При анализе полученных значений следует учитывать, что значения числа Био меньше 0,1 означают, что теплопроводность внутри стенки намного быстрее, чем конвекция тепла вдали от его поверхности, а градиенты температуры незначительны внутри него. Это может указывать на применимость (или неприменимость) в решении данной задачи методов анализа сосредоточенных систем) [6]. Обычно этот метод анализа приводит к простому экспоненциальному нагреванию, поскольку количество тепловой энергии (в широком смысле количество «тепла») в теле прямо пропорционально его температуре, которая, в свою очередь, определяет скорость передачи тепла в него или из него. Это приводит к простому дифференциальному уравнению первого порядка, описывающему теплопередачу в этих системах, что подтверждено полученной моделью в данной работе.

Таблица 1

Значение параметра æ_1 в зависимости от α_1 при $\Delta x = 0,005; 0,1; \lambda = 0,01 \dots 400$

№ 1	α_1								
$\lambda = 0,01$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
æ_1	5	25	50	100	200	300	400	500	1000
	$\Delta x = 0,1$								
æ_1	100	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	20000
№ 2	α_1								
$\lambda = 0,1$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
æ_1	0,5	2,5	5	10	20	30	40	50	100
	$\Delta x = 0,1$								
æ_1	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
№ 3	α_1								
$\lambda = 10$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
æ_1	0,005	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1
	$\Delta x = 0,1$								
æ_1	0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	20
№ 4	α_1								
$\lambda = 20$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
æ_1	0,0025	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5
	$\Delta x = 0,1$								
æ_1	0,05	0,25	0,5	1	2	3	4	5	10

Окончание табл. 1

№ 5	α_1								
$\lambda = 40$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,0013	0,006	0,013	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125	0,25
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,025	0,125	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	5
№ 6	α_1								
$\lambda = 50$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,001	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,2
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,02	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2	4
№ 7	α_1								
$\lambda = 100$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,0005	0,0025	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,01	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2
№ 8	α_1								
$\lambda = 150$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,000333	0,0016	0,0033	0,006	0,013	0,02	0,026	0,033	0,067
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,006667	0,0333	0,0666	0,133	0,267	0,4	0,533	0,667	1,333
№ 9	α_1								
$\lambda = 200$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,00025	0,00125	0,0025	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,05
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,005	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1
№ 10	α_1								
$\lambda = 250$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,0002	0,001	0,002	0,004	0,008	0,012	0,016	0,02	0,04
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,004	0,02	0,04	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	0,8
№ 11	α_1								
$\lambda = 300$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,00017	0,0008	0,0016	0,003	0,007	0,01	0,0133	0,017	0,033
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,00333	0,0166	0,0333	0,066	0,133	0,2	0,266	0,333	0,667
№ 12	α_1								
$\lambda = 400$	10	50	100	200	400	600	800	1000	2000
	$\Delta x = 0,005$								
α_1	0,00013	0,000625	0,00125	0,0025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
	$\Delta x = 0,1$								
α_1	0,0025	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5

Таблица 2

Значение параметра α_2 в зависимости от α_2 при $\Delta x = 0,005; 0,1; \lambda = 0,01 \dots 400$

№ 1	α_2								
$\lambda = 0,01$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	5	10	15	20	30	40	50	100	200
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	100	200	300	400	600	800	1000	2000	4000
№ 2	α_2								
$\lambda = 0,1$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,5	1	1,5	2	3	4	5	10	20
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	10	20	30	40	60	80	100	200	400
№ 3	α_2								
$\lambda = 10$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1	0,2
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	2	4
№ 4	α_2								
$\lambda = 20$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,0025	0,005	0,008	0,01	0,015	0,02	0,025	0,05	0,1
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2
№ 5	α_2								
$\lambda = 40$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,001	0,003	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,025	0,05	0,08	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1
№ 6	α_2								
$\lambda = 50$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,01	0,02	0,04
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,02	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,2	0,4	0,8
№ 7	α_2								
$\lambda = 100$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,0005	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,01	0,02
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,2	0,4

Окончание табл. 2

№ 8	α_2								
$\lambda = 150$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,00033	0,000667	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,007	0,013
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,00667	0,013333	0,02	0,027	0,04	0,053	0,067	0,133	0,267
№ 9	α_2								
$\lambda = 200$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,00025	0,0005	0,00075	0,001	0,0015	0,002	0,0025	0,005	0,01
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1	0,2
№ 10	α_2								
$\lambda = 250$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,0012	0,0016	0,002	0,004	0,008
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,004	0,008	0,012	0,016	0,024	0,032	0,04	0,08	0,16
№ 11	α_2								
$\lambda = 300$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,00017	0,00033	0,0005	0,00067	0,001	0,001	0,0017	0,003	0,0067
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,00333	0,00667	0,01	0,013	0,02	0,027	0,033	0,067	0,133
№ 12	α_2								
$\lambda = 400$	10	20	30	40	60	80	100	200	400
	$\Delta x = 0,005$								
α_2	0,00013	0,00025	0,00038	0,0005	0,0008	0,001	0,0013	0,0025	0,005
	$\Delta x = 0,1$								
α_2	0,0025	0,005	0,0075	0,01	0,015	0,02	0,025	0,05	0,1

В общем случае влияние изменяющейся температуры стенки на тепловой поток описано в работе [4] передаточной функцией, содержащей сумму бесконечного ряда, следующего вида:

$$W^*(p) = k / (1 + a_1 p + a_2 p^2 + \dots) = k / (1 + a_j \cdot p^j), j = 1, 2 \dots \quad (1)$$

где $k = \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2)$ – коэффициент передачи;

$$a_j = \left[\frac{1}{(2j-1)!} + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{(2j)!} + \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{(2j+1)!} \right] / (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2), j = 1, 2 \dots$$

Ограничившись в выражении (1) первыми членами (приняв $j = 1$), как правило, наиболее существенными в сумме, получим модель влияния теплового потока на температуру стенки в виде передаточной функции апериодического звена первого порядка:

$$W(p) = k / (1 + T \cdot p), \quad (2)$$

где $T = \alpha_1 \cdot T_s$ – постоянная времени, определяемая соотношениями

$$a_1 = \frac{1 + (\alpha_1 + \alpha_2) / 2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2 / 6}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2} = \frac{1 + (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot 0,5 + \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot 0,167}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2};$$

$T_s = \alpha_1 \cdot \rho \cdot c \cdot (\Delta x)^2 / \lambda$; λ – коэффициент теплопроводности; ρ – плотность; c – удельная массовая теплоемкость.

Это приближение мало отличается от параметров переходных характеристик, рассчитанных с помощью сумм бесконечных рядов. Передаточная функция (2) соответствует процессу переноса тепла в динамическом режиме в области изображений по Лапласу относительно безразмерного времени, т.е. числа Фурье $Fo = \lambda \cdot \tau / \rho \cdot c (\Delta x)^2$. Для получения передаточной функции в области изображений относительно размерного времени τ был заменен аргумент-оператор p на $T_s \cdot p$, где T_s – постоянная времени, определяемая соотношением $T_s = \rho \cdot c \cdot (\Delta x)^2 / \lambda$. Эта замена без сложных преобразований объясняется тем, что в определении изображений по Лапласу функции комплексного переменного $F(p) = \int_0^\infty f(\tau) \cdot e^{-p\tau} d\tau$ независимые постоянные Δx и $\lambda / \rho \cdot c$ выносятся за знак интеграла [7].

Физические характеристики λ, ρ, c функционально связаны с коэффициентом теплопроводности, характеризующим темп нагрева тела, соотношением $a = \lambda / \rho \cdot c$ [8]. Коэффициент теплопроводности для стальной стенки можно охарактеризовать

значением $a \approx 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$. В нашем случае при расчете T_s используется величина, обратная коэффициенту a ($1/a = \rho \cdot c / \lambda$), являющаяся тепловой инерцией. С учетом значений a и тепловой инерции, равной 10^5 , постоянная времени равна $T = a_1 \cdot a \cdot (\Delta x)^2 = a_1 \cdot (\Delta x)^2 \cdot 10^5$.

Для адаптации полученной модели в качестве аппроксимирующей функции инерционности объекта, например, ТЭНа при ступенчатом изменении теплового потока необходимо рассмотреть конкретные значения постоянной времени, характеризующей динамику изменения температуры в стенке нагревателя при изменении условий теплопереноса. Так, для условий стальной стенки и различных значений коэффициента теплопроводности и коэффициентов $\alpha_1 = 0,01$ и α_2 в интервале $0,01 \dots 10,0$; $\alpha_2 = 0,1$ и α_1 в интервале $0,01 \dots 10,0$ при изменении Δx от $0,005$ до $0,1 \text{ м}$ с использованием рассчитанных в табл. 3 с учетом тепловой инерции, равной 10^5 , значений параметра a_1 получены значения постоянной времени T , приведенные в табл. 4.

Таблица 3

Значения параметра a_1 в функции чисел массивности α_1, α_2

		$ \alpha_1 $										
		0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	1	2,5	5	7,5	10
$ \alpha_2 $	0,01	50,25	17,03	9,51	4,31	2,44	1,79	1,48	0,89	0,69	0,63	0,59
	0,05	17,03	10,25	6,94	3,60	2,22	1,68	1,39	0,86	0,67	0,61	0,58
	0,10	9,51	6,94	5,25	3,14	2,01	1,55	1,31	0,82	0,65	0,59	0,56
	0,25	4,31	3,69	3,14	2,24	1,59	1,29	1,11	0,73	0,59	0,54	0,51
	0,50	2,44	2,22	2,01	1,59	1,23	1,04	0,92	0,64	0,52	0,48	0,46
	0,75	1,79	1,68	1,55	1,29	1,04	0,89	0,80	0,57	0,47	0,44	0,42
	1,00	1,48	1,39	1,31	1,11	0,92	0,80	0,72	0,53	0,44	0,41	0,39
	2,50	0,89	0,86	0,82	0,73	0,64	0,57	0,53	0,40	0,34	0,32	0,30
	5,00	0,69	0,67	0,65	0,59	0,52	0,47	0,44	0,34	0,29	0,27	0,26
	7,50	0,63	0,61	0,59	0,54	0,48	0,44	0,41	0,32	0,27	0,25	0,24
	10,0	0,59	0,58	0,56	0,51	0,46	0,42	0,39	0,30	0,26	0,24	0,23

Таблица 4

Значения параметра T_g в функции толщины стенки $\Delta x, a_1$ при α_1 и α_2 , равных 1; 2,5; 5; 7,5; 10,0

		$ a_1 $										
		50,25	10,25	5,25	2,24	1,23	0,89	0,72	0,40	0,29	0,25	0,23
$ \Delta x $	0,005	125,6	25,6	13,1	5,6	3,08	2,23	1,8	1	0,73	0,63	0,58
	0,01	502,5	102,5	52,5	22,4	12,3	8,9	7,2	4	2,9	2,5	2,3
	0,05	12562,5	2562,5	1312,5	560	307,5	222,5	180	100	72,5	62,5	57,5
	0,1	50250	10250	5250	2240	1230	890	720	400	290	250	230

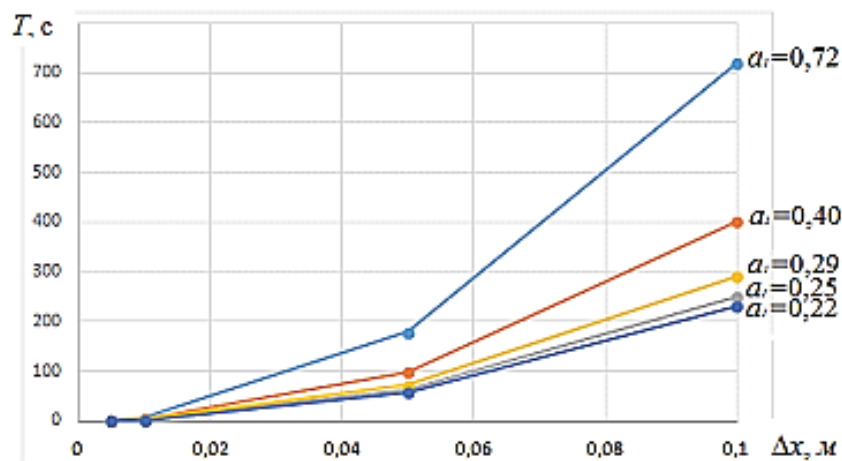


Рис. 1. Зависимость постоянной времени нагревателя в функции толщины стенки Δx при $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,0 \dots 10$

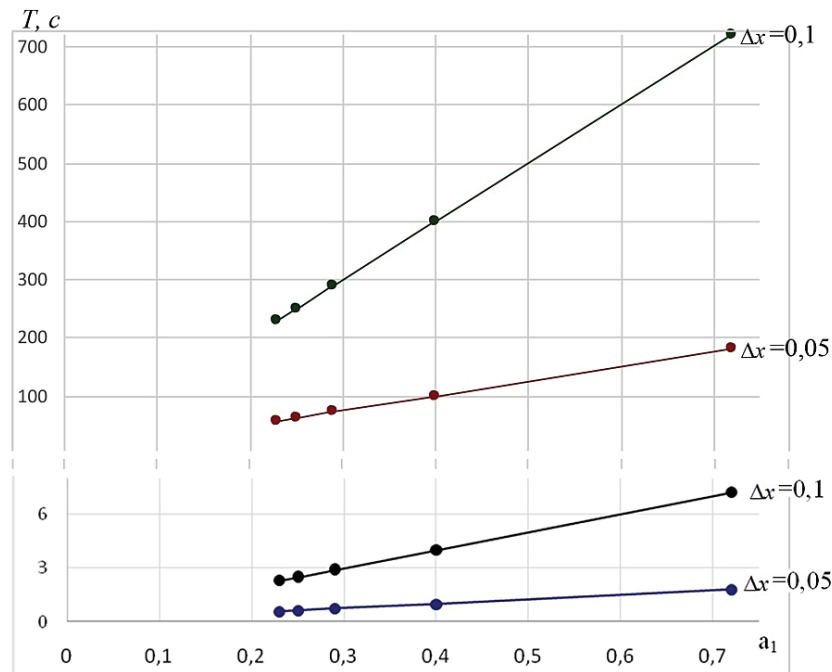


Рис. 2. Зависимость постоянной времени нагревателя в функции параметра a_1 , характеризующего условия теплоотдачи при конвективном механизме

Используя предварительно рассчитанные области значений чисел α_1 и α_2 , в табл. 4 приведены расчетные значения постоянной времени нагревателя при конвективном механизме теплоотдачи.

На рис. 1 представлены зависимости изменения постоянной времени T в функции характерного линейного размера стенки Δx при значениях чисел массивности стенки

α_1 и $\alpha_2 = 1,0 \dots 10,0$, определяющих значения параметра a_1 от 0,22 до 0,72 при конвективном механизме теплоотдачи. Заметно сильное влияние на T больших значений Δx . При фиксированной толщине стенки Δx постоянная времени T , как видно из рис. 2, линейно связана с изменениями параметра a_1 , характеризующего условия теплоотдачи при конвективном механизме.

Заключение

Изменение плотности теплового потока со стороны рабочей или внешней среды следует рассматривать как возмущение теплового потока на объект управления, например на трубчатый теплоэлектронагреватель. Со стороны внешней среды могут происходить изменения, связанные, например, с изменением скорости движения биомассы в биореакторе в результате перемешивания, отражающиеся на величине теплового потока. В этих условиях влияния тепловых потоков со стороны рабочей и внешней среды отражаются на изменении температуры стенки. Используя математическую модель теплопереноса через стенку нагревателя, можно получить значения постоянной времени звена, характеризующего инерционность объекта по каналу регулирования температуры в биореакторе. Зная свойства материала стенки, можно оценить рациональную толщину Δx , обеспечивающую минимальное запаздывание при фиксированной интенсивности нагрева среды. В случае фиксированной Δx можно выбрать тип нагревателя, изготовленного из материала, обладающего определенными (требуемыми) теплофизическими свойствами и предельной температурой.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке системы регулирования температуры с помощью теплового потока нагревателя, различного для режима предварительного нагрева сырья и для режима стабилизации температуры. Для исключения перегрева рекомендо-

уется многопозиционное регулирование, момент переключения при котором должен быть определен с учетом инерционности и запаздывания. Последнее можно определить с использованием рассчитанных численных данных по методике, представленной в данной работе.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53790-2010 Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам. М.: Стандартинформ, 2019. 10 с.
2. Садчиков А.В., Кокарев Н.Ф. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках // Фундаментальные исследования. 2016. № 2–1. С. 90–93.
3. Системы подогрева сырья в биогазовых установках. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-tekhnologiyam/sistemi-podogreva-sirya-v-biogazovix-ustanovkax.html> (дата обращения: 14.12.2022).
4. Лымбина Л.Е. Математическое моделирование динамических процессов в стенке при ступенчатом изменении теплового потока // Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности: сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию основания кафедры ТИМ, УрФУ и 85-летию основания ОАО «ВНИИМТ» (Екатеринбург, 17–18 сентября 2015 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2015. С. 387–395.
5. Орлов М.Е. Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2013. 204 с.
6. Номер биота. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.knowledgr.com> (дата обращения: 14.12.2022).
7. Гутова С.Г., Каган Е.С. Моделирование систем автоматического регулирования: учебное пособие. Кемерово: КеМГУ, 2020. 230 с.
8. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В. Справочные материалы для решения задач по курсу «Тепломассообмен». Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2017. 120 с.

УДК 004.9

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕЭКВИВАЛЕНТНЫМИ КАНАЛАМИ

Печеный Е.А., Самерханов И.З., Нуриев Н.К.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: nurievnk@mail.ru

В работе с помощью средств имитационного моделирования исследовано поведение систем массового обслуживания, рабочие органы которых обладают неодинаковыми интенсивностями работы. Для трех- и четырехканальных систем с отказами и с ожиданием был выполнен ряд имитационных экспериментов посредством специализированного программного комплекса AnyLogic. В ходе экспериментов варьировалось соотношение интенсивностей рабочих органов, число мест ожидания, величина общей нагрузки на систему. В качестве базы сравнения была принята традиционная система массового обслуживания с каналами равной интенсивности при той же самой величине общей нагрузки. Анализ результатов моделирования показал наличие заметных различий эксплуатационных характеристик систем с неэквивалентными каналами с базой сравнения. Установлено, что возможность администрирования (целенаправленного перераспределения входного потока требований между каналами) оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики. Предложен алгоритм эффективного администрирования. Доказано, что в отсутствие администрирования системы с одинаковыми возможностями рабочих органов оказываются предпочтительнее систем с неэквивалентными каналами. Однако в условиях эффективного администрирования эксплуатационные характеристики систем выравниваются. Более того, при некоторых величинах общей нагрузки существуют такие наборы параметров систем с неэквивалентными каналами, при которых они начинают превосходить свои традиционные аналоги. Это открывает новые возможности построения систем массового обслуживания с заданными свойствами.

Ключевые слова: система массового обслуживания, неэквивалентные каналы, эффективное администрирование, имитационная модель

QUEUEING SYSTEM MANAGEMENT MODEL WITH NON-EQUIVALENT CHANNELS

Pechenyy E.A., Samerkhanov I.Z., Nuriev N.K.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: nurievnk@mail.ru

In the article, with the help of simulation modeling tools, the behavior of queueing systems whose working bodies have unequal work intensities is investigated. For three and four-channel systems with failures and with waiting, a number of simulation experiments were performed using a specialized AnyLogic software package. During the experiments, the ratio of the intensities of the working bodies, the number of waiting places, and the total load on the system varied. A traditional queueing system with channels of equal intensity with the same amount of total load was adopted as a comparison base. The analysis of the simulation results showed the presence of noticeable differences in the operational characteristics of systems with non-equivalent channels with a comparison base. It is established that the possibility of administration (purposeful redistribution of the input stream of requirements between channels) has a significant impact on operational characteristics. The algorithm of effective administration is formulated. It is proved that in the absence of administration, systems with the same capabilities of working bodies are preferable to systems with non-equivalent channels. However, in conditions of effective administration, the operational characteristics of the systems are aligned. Moreover, at some values of the total load, there are such sets of parameters of systems with non-equivalent channels, at which they begin to surpass their traditional counterparts. This opens up new possibilities for building queueing systems with specified properties.

Keywords: queueing system, non-equivalent channels, efficient administration, simulation model

В работах по теории массового обслуживания системам с неодинаковыми возможностями рабочих органов уделено незаслуженно мало внимания, хотя в прикладных задачах подобные ситуации возникают достаточно часто. Даже в фундаментальной работе Т.Л. Саати [1], охватывающей очень широкий круг теоретических и прикладных проблем теории массового обслуживания, только упоминается о факте их существования. В статье [2] приведен общий вид графа для систем такого типа и показано, что с увеличением числа кана-

лов число возможных состояний и, следовательно, размерность системы уравнений для отыскания соответствующих вероятностей возрастает в темпе геометрической прогрессии. Там же доложены результаты аналитического исследования двухканальной системы с неэквивалентными каналами, не имеющей опции накопления очереди, и предложен алгоритм рационального администрирования. К сожалению, возможности аналитического подхода ограничены кругом задач малой размерности в силу очевидных технических сложностей. Поэтому

для анализа поведения систем с произвольным числом рабочих органов, а также систем с ожиданием, было принято решение обратиться к имитационному моделированию с использованием специализированного программного комплекса AnyLogic [3, 4], который хорошо зарекомендовал себя в практике исследований.

Целью исследования является изучение поведения систем массового обслуживания (СМО) с каналами различной интенсивности, разработка алгоритма эффективного администрирования подобных систем, а также доказательство существования таких наборов параметров систем, при которых эксплуатационные характеристики СМО с неэквивалентными каналами оказываются выше, чем в СМО с каналами равной интенсивности. Результаты исследования могут иметь прикладное значение во многих областях, в том числе в телекоммуникационных сетях [5].

Материалы и методы исследования

Рассмотрим сначала результаты, полученные в ходе имитационного моделирования трех- и четырехканальной СМО с неэквивалентными каналами, функционирующих в условиях пуассоновских потоков и не предусматривающих накопления очереди. Для систем такого типа наиболее важными и интересными в плане практического использования являются две характеристики. 1. P_0 – вероятность того, что система свободна. Этот показатель определяет

степень напряженности работы системы и имеет смысл доли времени, в течение которого на обслуживании нет ни одной заявки. 2. $P_{отк}$ – вероятность отказа, т.е. вероятность возникновения ситуации, когда все каналы находятся в режиме обслуживания, а значит, все заявки, пришедшие в это время, не попадают в систему. Этот показатель имеет смысл доли потерянных заявок.

В качестве базы сравнения были приняты соответствующие стационарные характеристики СМО с эквивалентными каналами, суммарная интенсивность которых равнялась суммарной интенсивности исследуемых систем. Для их вычисления использовались известные расчётные соотношения (например, [6]).

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{\gamma^k}{k!} \right]^{-1}; \quad P_{отк.} = P_n = \frac{\gamma^n}{n!} \cdot P_0; \quad \gamma = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (1)$$

где n – число каналов обслуживания; λ – интенсивность входного потока заявок; μ – интенсивность потока обслуживания каждого из каналов, γ – величина нагрузки на систему.

Модель трехканальной системы в среде AnyLogic, в рамках которой были реализованы имитационные эксперименты, приведена на рисунке.

Данная модель состоит из блоков для создания (source), направления (selectOutput, selectOutput1, selectOutput2), задержки (delay, delay1, delay2) и уничтожения (sink, sink1, sink2, sink3) заявок на обслуживание.

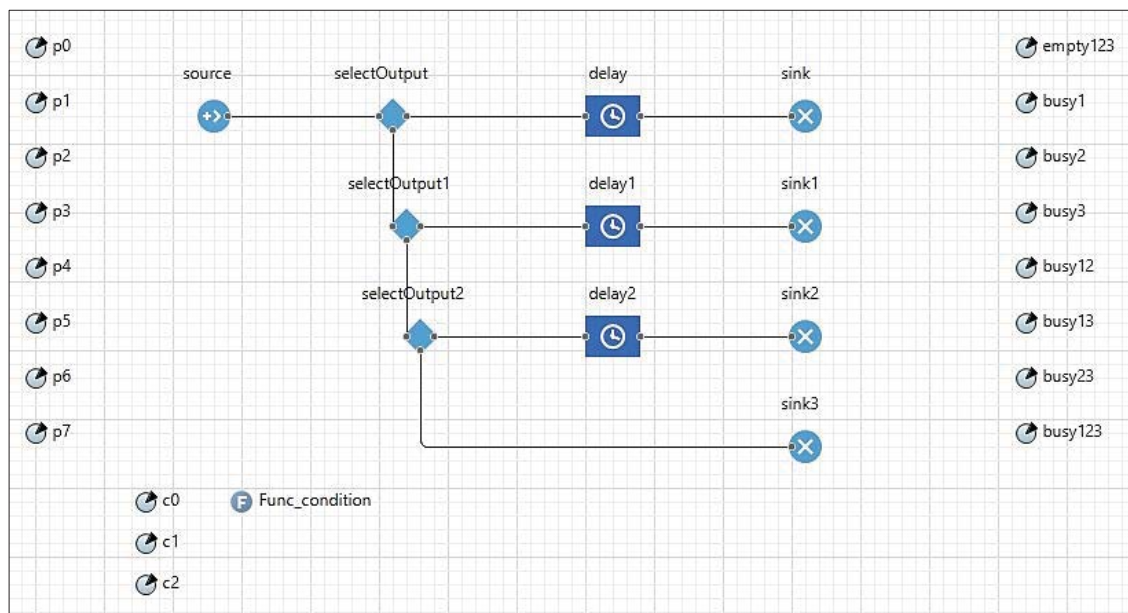


Схема трехканальной СМО с отказами

Помимо блоков, в модели используются переменные для подсчета вероятностей стационарных состояний ($P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$), переменные для подсчета количества случаев для каждого возможного состояния системы ($empty123, busy1, busy2, busy3, busy12, busy13, busy23, busy123$). Для задания правила, по которому заявка направляется в тот или иной канал, используются переменные булевского типа (c_0, c_1, c_2) и функция $Func_condition()$.

В процессе имитационных экспериментов исследовалось поведение СМО с неэквивалентными каналами при различных значениях величины общей нагрузки

на систему $\tilde{\gamma} = \frac{\lambda}{\sum_{k=1}^n \mu_k}$ и влияние соотношения интенсивностей отдельных каналов на эксплуатационные характеристики.

Так же как в [2], в настоящей работе рассмотрены три варианта администрирования входного потока:

1. Поступившие заявки с равной вероятностью направляются на любой свободный канал.

2. Поступившие заявки распределяются по каналам с вероятностью пропорционально интенсивностям обслуживания.

3. При наличии нескольких свободных каналов поступившие заявки направляются на канал с наибольшей интенсивностью обслуживания.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты имитационного моделирования трёх- и четырехканальных СМО с отказами представлены в табл. 1 и 2 соответственно. Данные, полученные для первой схемы распределения входного потока, содержатся в графах S1, для второй схемы – в графах S2, для третьей схемы – в графах S3.

Анализ материалов табл. 1 и 2 позволяет указать на важные, по мнению авторов, свойства СМО с неэквивалентными каналами, о которых ранее не упоминалось. Прежде всего обращает на себя внимание то, что при небольшой величине общей нагрузки на систему ($\tilde{\gamma} < 0,7$) и выборе эффективной схемы распределения потока заявок, эксплуатационные характеристики систем с неэквивалентными каналами оказываются предпочтительнее по сравнению с системой той же суммарной интенсивности и одинаковыми каналами. Действительно, общая напряженность работы, определяемая величиной P_0 для трехканальной системы при $\tilde{\gamma} = 0,222$ выше базовой на 15 %, а при $\tilde{\gamma} = 0,555$ выше базовой на 4,4 %, а для четырехканальной при $\tilde{\gamma} = 0,25$ выше базовой на 28,7 %, а при $\tilde{\gamma} = 0,4$ на 21,3 %. Это может стать значимым фактором, например, при планировании графика технического обслуживания системы или при оценке возможности подключения дополнительных потоков.

Таблица 1

Результаты моделирования трехканальной СМО с отказами

λ	μ_1	μ_2	μ_3	Схема	P_0	$P_{отк}$
9	3	3	3	$\tilde{\gamma} = 1$	0,078	0,341
				S1	0,047	0,371
				S2	0,055	0,356
				S3	0,065	0,356
2	3	3	3	$\tilde{\gamma} = 0,222$	0,520	0,025
				S1	0,395	0,036
				S2	0,493	0,028
				S3	0,598	0,020
5	3	3	3	$\tilde{\gamma} = 0,555$	0,206	0,159
				S1	0,133	0,184
				S2	0,171	0,173
				S3	0,215	0,158
15	3	3	3	$\tilde{\gamma} = 1,666$	0,026	0,531
				S1	0,014	0,547
				S2	0,016	0,543
				S3	0,018	0,542

Таблица 2

Результаты моделирования четырехканальной СМО с отказами

λ	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	Схема	P_0	$P_{отк}$
20	5	5	5	5	$\tilde{\gamma} = 1$	0,028	0,318
	1	4	6	9	S1	0,011	0,335
					S2	0,016	0,329
					S3	0,021	0,322
5	5	5	5	5	$\tilde{\gamma} = 0,25$	0,369	0,016
	1	4	6	9	S1	0,207	0,027
					S2	0,330	0,018
					S3	0,475	0,010
8	5	5	5	5	$\tilde{\gamma} = 0,4$	0,207	0,057
	1	4	6	9	S1	0,097	0,079
					S2	0,161	0,066
					S3	0,251	0,051
15	5	5	5	5	$\tilde{\gamma} = 0,75$	0,061	0,210
	1	4	6	9	S1	0,023	0,239
					S2	0,037	0,224
					S3	0,054	0,210

Таблица 3

Результаты моделирования четырехканальной СМО
в условиях изменяющейся интенсивности обслуживания

№ п/п	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	P_0	$P_{отк}$
1	5	5	5	5	0,207	0,057
2	1	4	6	9	0,251	0,051
3	1	3	7	9	0,250	0,048
4	1	2	8	9	0,233	0,055
5	1	2	3	14	0,221	0,061
6	2	4	6	8	0,272	0,046
7	3	4	6	7	0,261	0,048

Аналогичная картина наблюдается и с величиной $P_{отк}$, которая показывает долю потерянных заявок. При малых значениях $\tilde{\gamma}$ потери явно меньше. Данный эффект будет особо значимым для систем, задействованных в обработке потоков больших данных. Подобные ситуации характерны в работе телекоммуникационных комплексов, системах обработки поисковых запросов и т.п.

Также представляет интерес исследование влияния перераспределения интенсивностей рабочих органов СМО на ее эксплуатационные свойства. С этой целью была реализована новая серия имитационных экс-

периментов, результаты которой представлены в табл. 3. Для четырехканальной системы при $\lambda = 8; \sum_{k=1}^4 \mu_k = 20; \tilde{\gamma} = 0,4$ были

найжены значения P_0 и $P_{отк}$ в различных комбинациях интенсивностей каналов обслуживания. Данные по потокам, распределенным в соответствии со схемами S1 и S2, в табл. 3 отсутствуют, поскольку схема S3, где приоритет отдается каналам с большей интенсивностью обслуживания, выглядит во всех отношениях предпочтительнее.

Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о заметном влиянии изменения

интенсивности обслуживания на величину показателей P_0 и $P_{отк}$, которое не может быть отнесено на счет погрешностей моделирования. Так, в частности, напряженность работы систем по отношению к базе сравнения меняется от 6,8 до 31,4% (строки 5 и 6), а доля потерянных заявок – от 7 до 19,3%. Отсюда следует, что для любой величины общей нагрузки $\hat{\gamma}$ существует оптимальный набор интенсивностей обслуживающих устройств, при котором минимизируется количество потерянных заявок при сохранении приемлемого уровня напряженности работы системы. Естественно, что параметры такого набора строго индивидуальны для каждой конкретной СМО и могут рассматриваться в качестве паспорта ее эксплуатационных возможностей. Авторы не располагают сведениями об аналитических способах решения данной оптимизационной задачи, однако можно считать доказанным, что аппарат имитационного моделирования делает это возможным.

Из табл. 1 и 2 также видно, что с ростом величины общей нагрузки более 0,75 характеристики СМО с одинаковыми каналами становятся лучше соответствующих значений СМО с неэквивалентными каналами,

хотя и в этом случае положительный эффект администрирования входного потока имеет место.

Учитывая результаты, полученные в ходе имитационного моделирования поведения систем с отказами, авторы решили ограничиться для систем, имеющих опцию накопления очереди, только материалами по четырехканальным системам при $\hat{\gamma} = 0,4$. Для оценки работы таких систем важны два дополнительных показателя: число мест ожидания и средняя длина очереди – L_r . Последняя представляет собой не что иное, как математическое ожидание числа заявок в очереди, и может быть найдена по формуле

$$L_r = \sum_{k=1}^m k \cdot P_{n+k}, \quad (2)$$

где m – количество мест в очереди.

Результаты соответствующих имитационных экспериментов содержатся в табл. 4.

Как и в табл. 3, по системам с неэквивалентными каналами представлены результаты только для наиболее эффективного варианта администрирования, предусматривающего приоритетную загрузку каналов с большей интенсивностью обслуживания.

Таблица 4

Результаты моделирования четырехканальной СМО с ожиданием

№ п/п	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	Число мест в очереди	P_0	L_r
1	5	5	5	5	2	0,203	0,037
					4	0,203	0,053
					6	0,202	0,053
2	1	4	6	9	2	0,241	0,035
					4	0,241	0,049
					6	0,242	0,051
3	1	2	8	9	2	0,222	0,038
					4	0,221	0,060
					6	0,218	0,051
4	1	2	3	14	2	0,215	0,043
					4	0,205	0,055
					6	0,209	0,063
5	2	4	6	8	2	0,261	0,032
					4	0,261	0,042
					6	0,257	0,048
6	3	4	6	7	2	0,256	0,032
					4	0,258	0,044
					6	0,253	0,036

Анализ материалов табл. 4 позволяет утверждать, что добавление опции ожидания сохраняет за системами с неэквивалентными каналами меньший уровень напряженности работы. Причем, так же как для систем с отказами, упомянутый эффект тем меньше, чем больше различие между каналами с меньшей и большей интенсивностями обслуживания (результаты по блокам 4 и 6).

Вместе с тем, для показателя средней длины очереди L эффект от неэквивалентности каналов обслуживания наблюдается только тогда, когда различие между каналом большей интенсивности обслуживания и каналом меньшей интенсивности обслуживания сравнительно невелико (блоки 5 и 6 табл. 4). В противном случае либо имеет место обратный эффект, либо его вообще не удастся обнаружить на фоне неустраняемых погрешностей имитационных экспериментов.

Замечание. В отсутствие администрирования входного потока заявок все вышеупомянутые эксплуатационные характеристики у систем с неэквивалентными каналами становятся явно хуже, нежели у традиционных СМО с одинаковыми каналами. Предложенный алгоритм эффективного администрирования является основным признаком научной новизны настоящей работы.

Заключение

1. С помощью средств имитационного моделирования выполнен ряд экспериментов для трех- и четырехканальных систем массового обслуживания с каналами различной интенсивности, полученные ре-

зультаты проанализированы в сравнении с системами, обладающими одинаковой интенсивностью каналов (табл. 1–4).

2. Предложен алгоритм администрирования потока заявок, в соответствии с которым заявки направляются с приоритетом на каналы, обладающие большей интенсивностью обслуживания. Экспериментально доказана эффективность данного алгоритма по критериям общей напряженности работы, доле обслуженных заявок и величине средней длины очереди.

3. Показано, что при небольшой величине общей нагрузки на систему системы массового обслуживания с неэквивалентными каналами являются эффективнее систем с одинаковыми каналами. Вместе с тем при большом различии между интенсивностями каналов данный эффект не обнаруживается.

Список литературы

1. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: Издательство «Советское радио», 1971. 520 с.
2. Нуриев Н.К., Печеный Е.А., Старыгина С.Д. Математическое моделирование системы массового обслуживания с каналами разной производительности // Современные наукоемкие технологии. 2021. Вып. 1. С. 31–36.
3. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352–357.
4. Боев Б.В. Компьютерное моделирование в среде AnyLogic: учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2019. 198 с.
5. Замятина О.М. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Моделирование сетей: учебное пособие для магистратуры. М.: Юрайт, 2018. 159 с.
6. Рыжиков Ю.И. Численные методы теории очередей. ЭБС Лань. 2019. 512 с.

УДК 519.872

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИМИТИВОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

¹Мартышкин А.И., ²Здерева С.Г.¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза,
e-mail: Alexey314@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: Serg.zdereva@gmail.com

В статье представлены результаты исследования математических моделей для оценки производительности примитивов синхронизации процессов в реконфигурируемых вычислительных системах. Проведен анализ известных примитивов синхронизации многопоточных приложений, таких как алгоритм Деккера, семафор, мьютекс. В статье исследуется семафор, модель применения взаимного исключения, являющаяся самым распространенным и часто используемым примитивом синхронизации. В представленном исследовании рассматриваются модели и методы планирования «живых» семафоров, часто применяемых для синхронизации взаимодействующих параллельных процессов при их доступе к общему ресурсу в параллельных вычислительных системах, среди которых можно выделить и реконфигурируемые вычислительные системы. В настоящем исследовании для оценки временных потерь процессов из-за образования перед семафором очередей ожидающих процессов предлагаются модели на основе систем и сетей массового обслуживания. Описываются беспriorитетные и приоритетные модели взаимодействия с семафором. Приводится математическая модель оценки потери времени для процессов, ожидающих на семафоре. Основные результаты исследования и расчетов приведены на рисунках в виде графиков. Полученные результаты говорят о том, что применение приоритетного планирования в отличие от беспriorитетного дает положительный эффект по ожиданию в очереди к семафору примерно на 30–38% в зависимости от процессоров. В заключение приводятся основные выводы по проведенному исследованию.

Ключевые слова: аналитическое моделирование, математическая модель, общий ресурс, планирование процессов, примитив синхронизации, приоритет, реконфигурируемая вычислительная система, семафор

RESEARCH AND ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF PROCESS SYNCHRONIZATION PRIMITIVES IN RECONFIGURABLE COMPUTING SYSTEMS

¹Martyshkin A.I., ²Zdereva S.G.¹Penza State Technological University, Penza, e-mail: Alexey314@yandex.ru;²Penza State University, Penza, e-mail: Serg.zdereva@gmail.com

The article presents the results of a study of mathematical models for evaluating the performance of process synchronization primitives in reconfigurable computing systems. The article analyzes the well-known synchronization primitives of multithreaded applications, such as the Dekker algorithm, semaphore, mutex. The article examines the semaphore as a model for the application of mutual exclusion, which is the most common and frequently used synchronization primitive. In the presented study, models and methods of planning “live” semaphores are considered, which are often used to synchronize interacting parallel processes when they access a shared resource in parallel computing systems, among which reconfigurable computing systems can be distinguished. In this study, models based on queuing systems and networks are proposed to estimate the time losses of processes due to the formation of queues of waiting processes before the semaphore. Non-priority and prioritized models of interaction with a semaphore are described. A mathematical model for estimating time loss for processes waiting on a semaphore is given. The main results of the study and calculations are shown in the figures in the form of graphs. The results obtained suggest that the use of priority scheduling, in contrast to non-priority scheduling, has a positive effect on waiting in the semaphore queue by about 30–38%, depending on the processors. At the article concludes, the conclusions of the study are presented.

Keywords: analytical modeling, mathematical model, shared resource, process planning, synchronization primitive, priority, reconfigurable computing system, semaphore

В настоящее время известны два способа синхронизации процессов взаимодействия: методы взаимного исключения и методы синхронизации. Стремление более эффективно использовать ресурсы вычислительной машины стало толчком к развитию многозадачных операционных систем (ОС). Естественным продолжением многозадачности является многопоточность —

способность ОС поддерживать выполнение нескольких потоков в рамках одного процесса, каждый из которых обладает такими характеристиками, как состояние выполнения потока, контекст, стек выполнения и т.п. [1]. Итак, использование потоков может значительно повысить производительность программы, так как их взаимодействие между собой не требует участия ядра ОС,

а создание потоков и переключение контекста происходят быстрее, чем планирование их выполнения. Например, в ОС Linux используется модель потоков (легковесные процессы), которые могут совместно использовать определенные ресурсы, а также немедленно отслеживать произведенные над ними изменения. Для реализации многопоточности с каждым потоком ассоциируется легковесный процесс. Поэтому, с одной стороны, потоки могут использовать общее адресное пространство и файловые дескрипторы, а с другой – за планирование их выполнения отвечает ядро. Тем не менее одновременная попытка обращения нескольких потоков к одному общему ресурсу (ОР) может обратиться негативными последствиями [2].

Целью исследования является синтез математических моделей для оценки производительности методов синхронизации процессов в реконфигурируемых вычислительных системах (РВС). Для систем, имеющих ОР (критические секции (КС)), следует использовать модели и методы, синхронизирующие процессы, которые могут конфликтовать при использовании КС. Основная задача, решаемая в настоящем исследовании – проблема производительности РВС с параллельными процессами.

Материалы и методы исследования

Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Синхронизация между потоками, как и между процессами, имеет колоссальное значение. Для организации возможности работы с ОР, к которым необходим эксклюзивный доступ, в коде каждого потока выделяют некоторую часть, в которой используются эти ресурсы – КС. При этом требуется, чтобы во время выполнения КС одного потока ни один другой поток не выполнялся в своей КС, использующей те же ОР. Для этого необходимо реализовать один из механизмов взаимного исключения [3]. Важно избегать ситуаций, когда какие-либо два потока ждут друг друга для доступа к КС (взаимоблокировка) или когда разделяемые ресурсы недоступны одному из потоков из-за использования их другими потоками. Для решения данной задачи известно множество алгоритмов. Их можно разделить на программные (например, алгоритм Деккера) и аппаратные решения, основанные на поддержке процессорами (ЦП) таких атомарных инструкций, как Test-and-Set и Compare-and-Swap [3]. Далее рассмотрим наиболее перспективные из них.

Алгоритм Деккера. Является первым известным корректным решением задачи взаимного исключения. Контроль входа в КС

осуществляется с помощью двух переменных-флагов и переменной «turn», показывающей, очередь какого потока подошла [4]. Поток сообщает о намеренности войти в КС, установив соответствующий флаг. Если флаг второго потока не установлен, можно безопасно войти в КС. Иначе поток снимает свой флаг и ожидает, пока переменная «turn» не укажет, что подошла его очередь. Преимущество алгоритма Деккера: не требуется наличия специальных атомарных команд «Test-and-Set». Недостатки: использование «busy-wait» цикла, возможность синхронизации между собой лишь двух потоков.

Семафор. Понятие семафора впервые сформулировано Дейкстрой [4]. Семафор – объект, ограничивающий количество потоков, которые могут одновременно находиться в КС. Семафоры можно разделить на считающие и бинарные. Считающие семафоры управляются двумя операциями, исторически называемыми V и P. Операция V увеличивает счетчик семафора на единицу, освобождая, таким образом, место для другого потока в КС. Если счетчик семафора положителен, операция P уменьшает его, а поток может безопасно войти в КС, иначе поток ожидает освобождения семафора. Для реализации семафора необходима аппаратная поддержка атомарных операций, например, «Compare-and-Swap».

Мьютекс. Является аналогом бинарного семафора, который может предоставлять дополнительные возможности, среди которых запоминание идентификатора, заблокировавшего процесса для проверки того, какой процесс пытается его освободить. Также мьютекс может быть рекурсивным, т.е. предоставлять возможность одному и тому же процессу или потоку заблокировать его несколько раз. Если потоку не удалось захватить мьютекс, он засыпает, используя соответствующий системный вызов.

Использование примитивов синхронизации часто приводит к возникновению «узких мест» в коде программы, что связано с продолжительным ожиданием освобождения КС. Данное явление принято называть «конкуренцией за блокировку» [3]. Еще одно понятие, тесно связанное с примитивами синхронизации и описывающее то, насколько хорошо может быть расширена система, – масштабируемость. В случае с блокировками наибольшее значение имеет в контексте увеличения числа потоков, которым требуется доступ к КС, и увеличения количества ЦП или ядер. Третья характеристика блокировок – структурность. Она описывает объем данных, которые защищены примитивом синхронизации. Так, например, один примитив синхронизации

может использоваться для всей структуры данных, или же множество примитивов для каждого элемента этой структуры [5]. Таким образом, возникает целый ряд проблем, связанных с производительностью блокировок, которые зависят как от аппаратных особенностей системы и непосредственной реализации примитивов синхронизации, так и от способа их применения в конкретной программе.

С целью анализа производительности используют утилиты-профилировщики. К примеру, профилировщик *mutrace* работает только с мьютексами из библиотеки *pthread*, оценивает время ожидания потоком доступа к КС, количество захватов мьютекса, а также количество потоков, которые не смогли получить доступ к КС с первого раза [6]. Другой профилировщик, входящий в *HPSToolkit*, основан на вычислении времени, которое потоки тратят на ожидание блокировки, и «*blame shifting*» в создании конкуренции за КС на поток, находившийся в это время внутри нее, также происходит суммирование времени по всем потокам и вычисление процента для каждого примитива синхронизации от общего простоя [7].

В настоящей статье исследуется модель применения взаимного исключения – семафор, являющийся самым распространенным и часто используемым примитивом синхронизации. Когда несколько процессов запрашивают ресурс, запрашивающий процесс ставится в очередь в соответствии с принципом семафора. В этом случае доступ к запрашиваемому ресурсу осуществляется через очередь. Процесс может занимать ОР в течение длительного времени, пока другой процесс ждет освобождения ОР, так что быстрый процесс может остановиться, ожидая запуска медленного процесса [8].

Можно определить два типа семафоров: живой и неживой. Наиболее часто используемый семафор называется живым, и в системе с N процессами и M ресурсами очередь к семафору может содержать не более $N-M$ процессов. Итак, T – временной отрезок, в течение которого семафор занят выполнением запроса некоторого процесса; ζ – интервал между поступлением запросов к семафору от процессов для получения доступа к ОР. Есть некий процесс p_1 , который занимает семафор S . Другие процессы в этот момент стоят в ожидании освобождения семафора S и затем также занимают его; так как семафор S занят, они ожидают его освобождения. Причем если $N-M$ больше, чем ζ / T , то чаще всего при очередном запросе процесса p_1 , ОР занят другим процессом [8]. Таким образом, ЦП в РВС тратит большую часть времени на планирование

и диспетчеризацию процессов. И если происходит ситуация, при которой время переключения примерно равно T , в таком случае к семафору S выстраивается очередь из процессов, запрашивающих ОР. Только в идеализированном случае все процессы имеют одинаковые параметры ζ и T . В реальных же системах ζ и T чаще всего сильно различаются для каждого отдельного процесса.

Доступ к ОР предоставляет диспетчер задач (ДЗ), который производит распределение ресурса (рис. 1). Предположим, что сразу несколько процессов обращаются к семафору с равной интенсивностью поступления запросов, но с разным временем, затрачиваемым на их обработку. Получим среднее время ожидания в очереди к семафору одной заявки, которое можно рассчитать выражением [9]:

$$t_s = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \tau_i}{1 - R}, \quad (1)$$

где $\rho_i = \lambda_i \tau_i$ – нагрузка на семафор, создаваемая i -м процессом, R – суммарная нагрузка на семафор от всех процессов. Если каждый ЦП формирует один тип процесса, то $M = n$.

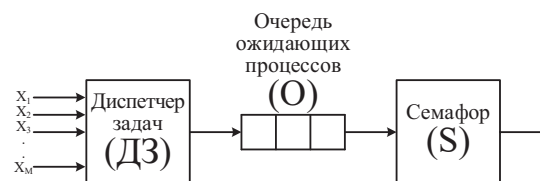


Рис. 1. Модель обслуживания на основе беспriorитетной дисциплины

Критический вопрос управления семафорами придерживается концепции: предоставление ОР в порядке поступления запросов. Чтобы решить текущую проблему, следует сократить среднее время, которое процессы тратят на выполнение действий с использованием ОР [10].

Зачастую, используя стратегию планирования «кратчайшая работа – первой», добиваются сокращения времени выполнения процессов. Для случая с семафором такая стратегия заключается в следующем: есть некие процессы, которые во время своего выполнения запрашивают, как в случае классической задачи «производители-потребители» [3], взаимодействие с семафором чаще одного раза, можно допустить нахождение в очереди ожидающих ОР процессов в любой момент времени уже обслуженных семафором процессов. В системе, удовлетворяющей такому принципу, процессы помещаются в очередь и получают

соответствующий приоритет: чем выше номер очереди, тем ниже приоритет (рис. 2). ДЗ выполняет сортировку на основе измеренного времени обработки i -го семафора. Каждый ЦП обрабатывает поток запросов X_i ($i = 1, \dots, n$), и время обработки предполагается экспоненциально распределенным. Пусть ДЗ формирует потоки запросов с интенсивностями $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, каждый из которых имеет приоритет k_i ($i = 1, \dots, n$).

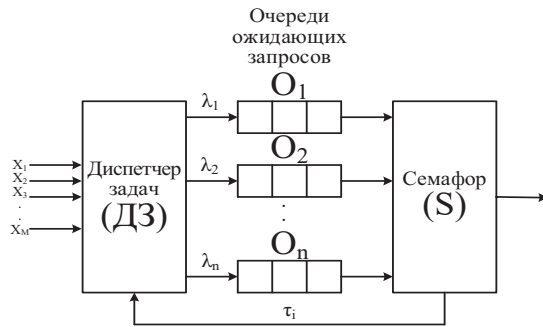


Рис. 2. Модель приоритетного обслуживания

Среднее время ожидания в очереди к семафору одной заявки k -го приоритета составит [9]:

$$t_s^k = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \tau_i}{(1 - R_{k-1})(1 - R_k)}, \quad (2)$$

где $\rho_i = \lambda_i \tau_i$ – нагрузка на семафор, создаваемая i -м процессом, R_{k-1} – суммарная нагрузка на семафор от процессов, создаваемых потоками $\lambda_1, \dots, \lambda_{k-1}$, R_k – суммарная нагрузка на семафор от процессов, создаваемых потоками $\lambda_1, \dots, \lambda_k$.

Математическая модель оценки потери времени для процессов, ожидающих на семафоре. Предположим, что в системе есть ОР, защищенный семафором S , к которому могут обращаться несколько процессов. При функционировании вычислительной системы один или несколько процессов формируют свои запросы на занятие семафора S . Модель РВС для оценки производительности из-за конкурирующих процессов, обращающихся к семафору S , показана на рис. 3, а. Она представляет собой сеть, состоящую из n СМО ($S_1, \dots, S_n$), описывающих функционирование ЦП, и СМО S_{n+1} , описывающей работу семафора. Фиктивная СМО S_0 является источником задач на обработку. В РВС на выполнение поступает поток процессов с интенсивностью $\lambda_0 = 1/t$, где t – период поступления запросов на обслуживание, который с вероятностью $p_{01}, \dots, p_{0n}$ (рис. 3, б) распределяется по ЦП.

Процессы, циркулирующие в РВС, обращаются с запросами к семафору с некоторой интенсивностью $\lambda_i = 1/\zeta$, где $i = 1, \dots, n$. Предположим, вероятность распределения запросов для каждого ЦП одинакова и составляет $p_{01} = \dots = p_{0n} = 1/n$. Каждый ЦП ($S_1, \dots, S_n$) посылает запрос в семафор (S_{n+1}) с определенной вероятностью $p_{1,n+1} = \dots = p_{n,n+1}$. Обработанные на семафоре запросы возвращаются в ЦП с вероятностью $p_{n+1,1} = \dots = p_{n+1,n} = 1/n$.

Примем, что вероятность полноты обслуживания на узле i запроса равна p_{i0} , а вероятность того, что запрос останется обслуженным на узле S_i , равна p_{ij} , где $i, j = 1, \dots, n$.

Среднее время выполнения i -го процесса семафором должно быть аналогично выполнению узла процесса, что характеризует живой семафор [3].

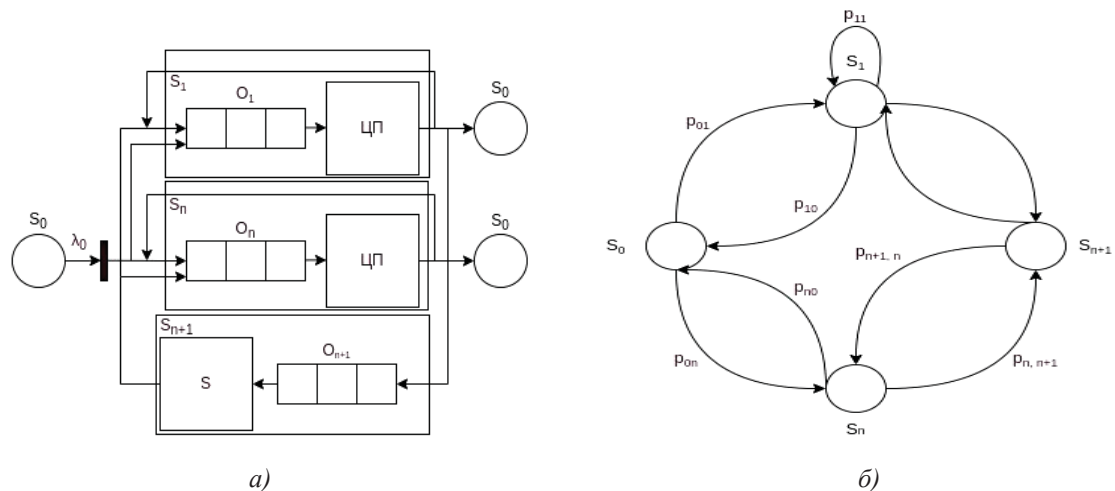


Рис. 3. Модельное представление (а) и граф (б) РВС с n -процессорами



Рис. 4. Время ожидания заявок в сети (а) и время ожидания в очереди к семафору (б) при использовании беспriorитетной и приоритетной стратегий планирования

С целью упрощения расчетов примем, что среднее время обслуживания в ЦП $v_i = 1$ ($i = 1, \dots, n$), а среднее время обслуживания в семафоре принято равным 0,8. Определим, что процесс, вызывающий семафор, выполняет в среднем 1000 циклов. В исследовании принято, что запрос покидает систему, с вероятностью $p_{i0} = 0,001$, следовательно, с вероятностью 0,999 запрос останется в системе. Предположим, что на каждые 8 единиц времени обработки приходится одна единица обслуживания в семафоре. Таким образом, вероятность того, что запрос останется в ЦП, и вероятность того, что он будет перенаправлен на семафор, составляет в среднем 8 единиц времени. Это означает, что каждый ЦП генерирует запрос семафора каждые 9 единиц времени ($\zeta = 9$). Исходя из сказанного, можно получить вероятность запроса семафора некоторым процессом, выполняющимся i -м ЦП, следующим образом $p_{i,n+1} = 1/\zeta = 0,111$ ($i = 1, \dots, n$), а вероятность того, что процесс останется на обслуживании в ЦП, можно получить так: $p_{ij} = 1 - (p_{i,n+1} + p_{i0}) = 0,888$, где ($i, j = 1, \dots, n$). Ожидание исполнения задачи в сети определится в соответствии с выражением

$$T_{ож} = T_{ЦП} + T_S = \alpha_1 tw_1 + \alpha_2 tw_2 + \alpha_{n+1} tw_{n+1}, (3)$$

где $T_{ЦП}$ – время ожидания ЦП, T_S – время ожидания семафора; $\alpha_i = \lambda_i / \lambda_0$ – коэффициент передачи ($i = 1, \dots, n+1$); tw_i – время ожидания в i -й СМО, $tw_i = \rho_i v_i / (1 - \rho_i)$ [11] ($i = 1, \dots, n$); tw_{n+1} – время ожидания в очереди к семафору.

Интенсивности поступающих входных потоков задач оценим выражением

$$\lambda_i = \sum p_{ji} \lambda_j, (4)$$

где p_{ji} – вероятность трансляции задачи из СМО S_j в S_i , причем $i, j = 1, \dots, n+1$.

Зададим интенсивность $\lambda_0 = 0,008$ заявок в единицу времени, пусть запросы на вход

поступают с заданной интенсивностью. Далее построим график зависимости времени ожидания заявок в сети от числа потоков, обслуживаемых семафором. Параметр n в таком случае варьируется от 6 до 16 ЦП, а длительность обработки запроса семафором при постоянном среднем времени обработки запроса варьируется от 0,4 до 1,4 единиц. В итоге получим, что самый короткий процесс обрабатывается в семафоре за 0,4 единицы времени, а самый длинный – за 1,4 единицы времени.

Результаты расчетов приведены на графиках (рис. 4).

Из графиков видно, что применение приоритетного планирования дает временной выигрыш по ожиданию в очереди к семафору приблизительно на 30–38 % в зависимости от процессоров, в отличие от беспriorитетного планирования.

Заключение

Оценив результаты, приходим к выводу, что синтезированные и исследованные модели позволяют проводить количественные оценки времени ожидания исполнения процессов. Исследуемые в статье модели возможно использовать на практике при разработке новых типов реконфигурируемых вычислительных систем. Практические результаты, полученные в работе, возможно применить для разработки и новых ОС для РВС, где основополагающим является время исполнения процессов: чем оно меньше, тем производительнее будет ОС. Также по проведенному исследованию построены графики, визуально отражающие основные полученные результаты расчетов моделей. Анализируя полученные графики, выявлено, что приоритетное планирование дает возможность уменьшения времени ожидания в очереди к семафору выполняющихся процессов приблизительно на 30–38 %.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-71-00110, <https://rscf.ru/project/21-71-00110/>.

Список литературы

1. Столлингс В. Операционные системы. М.: Вильямс, 2013. 848 с.
2. Лав Р. Ядро Linux: описание процесса разработки, 3-е изд.: пер. с англ. М.: Вильямс, 2013. 496 с.
3. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. СПб.: Питер, 2015. 1120 с.
4. Dijkstra E.W. Cooperating sequential processes. Technological University Eindhoven. The Netherlands. September 1965. Academic Press. New York. P. 43–112.
5. Лав Р. Разработка ядра Linux. М.: Вильямс, 2013. 448 с.
6. Уорд Б. Внутреннее устройство Linux. СПб.: Питер, 2016. 384 с.
7. Tallent N.R., Mellor-Crummey J.M., Porterfield A. Analyzing lock contention in multithreaded applications. ACM SIGPLAN Notices, 2010. Vol. 45. No. 5. P. 269–279. DOI: 10.1145/1837853.1693489.
8. Столлингс В. Операционные системы. Внутренняя структура и принципы проектирования. 9-е изд.: пер. с англ. М.: Вильямс, 2020. 1264 с.
9. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. 363 с.
10. Мартышкин А.И. Математическое моделирование диспетчеров задач в многопроцессорных вычислительных системах на основе стохастических сетей массового обслуживания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Пенза, 2013. 23 с.
11. Карасева Е.А. Исследование процесса управления множеством критических ресурсов в многопроцессорных системах // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2016. № 6–1. С. 298–304.

УДК 658.5

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА

Назаренко М.А., Садковская Н.Е., Садковская Р.Н.

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва,
e-mail: nazarenko@mirea.ru, natsadkovskaya@rambler.ru, sadkovskaya.renata@mail.ru

Проанализирована «Стратегия развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года». Выделена основная цель и ключевые направления данной Стратегии, которые на сегодняшний день достаточно дифференцированы. Для дальнейшего достижения целевых показателей развития с обеспечением решения отраслевых задач и создания целостного подхода на основе ESG-принципов из девяти ключевых направлений были выделены три ведущих, которые могут представлять собой основу для дальнейшего изучения и разработки методологических основ ESG-трансформации при организации производств электронной промышленности. Оставшиеся направления рассмотрены с точки зрения интеграции в новые, основанные на ESG-принципах. Проанализированы планируемые мероприятия по всем направлениям Стратегии и найдены возможности трансформации Стратегии с ESG-факторами, комплексное обеспечение которых является определяющим условием успешного развития отрасли. Осуществлена корреляция Стратегии с ESG-трансформацией электронной промышленности. Комплексное решение этих задач в конечном счете позволит осуществить переход к устойчивому развитию в соответствии с глобальной концепцией, определяемой документами Конференции ООН по вопросам охраны окружающей среды и развития в Рио-де-Жанейро, а также будет служить определяющим условием успешного развития отрасли.

Ключевые слова: Стратегия, электронная промышленность, ESG-трансформация, ключевые направления ESG

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF ESG-TRANSFORMATION USING THE KEY DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE ELECTRONIC INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD UNTIL 2030

Nazarenko M.A., Sadkovskaya N.E., Sadkovskaya R.N.

MIREA – Russian technological university, Moscow,
e-mail: nazarenko@mirea.ru, natsadkovskaya@rambler.ru, sadkovskaya.renata@mail.ru

The Strategy for the development of the electronic industry of the Russian Federation for the period up to 2030 is analyzed. The authors provide the description of main goal and key directions of this Strategy that are quite differentiated. To further achievement of the development targets while ensuring the solution of industry-specific problems and the creation of a holistic approach based on ESG principles, three leading ones were identified from nine key areas, which can become the basis for further study and development of methodological foundations for ESG transformation in the organization of electronics industry production. The remaining areas are considered from the point of view of integration into new ones based on ESG principles. Planned activities were analyzed in all areas of the Strategy and opportunities were found for transforming the Strategy with ESG factors, the comprehensive provision of which is a determining condition for the successful development of the industry. The Strategy was correlated with the ESG transformation of the electronics industry. A comprehensive solution to these challenges will ultimately make it possible to make the transition to sustainable development in accordance with the global concept defined by the documents of the United Nations Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro.

Keywords: Strategy, electronics industry, ESG transformation, key areas of ESG

Обеспечение сохранности окружающей среды и передача ее будущим поколениям в неизменном состоянии – главная задача человечества. Ситуация, когда в качестве основных целей существуют экономические показатели, становится очень опасной. Формирование новых моделей экономики должно происходить в рамках парадигмы устойчивого развития.

Радиоэлектронная промышленность как сектор машиностроения сегодня является одним из факторов конкурентоспособности государства на мировом рынке, инструментом обеспечения экономического развития государства в условиях нестабильной конъюнктуры и двигателем экономического роста

для других отраслей промышленности. В настоящее время рынок электроники является одним из самых быстрорастущих и емких рынков в мире, который обладает большим потенциалом для его дальнейшего развития. Однако в радиоэлектронной промышленности существует ряд проблем, требующих тщательного изучения и разработки оптимальных решений. Это вызывает интерес к данной отрасли как со стороны государства и представителей научного сообщества, так и со стороны представителей бизнеса [1].

Целью исследования является изучение и анализ «Стратегии развития электронной

промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17 января 2020 г. (далее – Стратегия) и корреляция Стратегии с ESG-трансформацией.

Материал и методы исследования

Цель Стратегии – создание конкурентоспособной отрасли на основе развития научно-технического и кадрового потенциала, оптимизации и технического перевооружения производственных мощностей, создания и развития новых промышленных технологий, а также совершенствования нормативно-правовой базы для удовлетворения потребностей современной электронной продукции [2].

В соответствии с планом Стратегии общие функции обеспечивают решения в десяти ключевых областях (табл. 1).

Стратегия реализуется в рамках следующих трех этапов (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализируя ключевые направления развития Стратегии и этапы ее реализации, можно сделать вывод о том, что развитие электронной промышленности РФ не приоритизирует элементы ESG-повестки в соответствии с целями устойчивого развития (ЦУР), которые известны как Глобальные цели, принятые Организацией Объединенных Наций (ООН) в 2015 году. В то время как преобразование ESG является необходимостью для выживания человечества, это движение новой эры, которое компании должны принять для повышения конкурентоспособности, производительности и общего блага планеты Земля.

Таблица 1

Ключевые направления Стратегии

Ключевое направление	Задачи
Научно-техническое развитие	Обеспечить рост и независимость от зарубежных компаний электронной промышленности по принципиально значимым направлениям для национальных интересов и перспективным с точки зрения обеспечения лидирующих позиций
Средства производства	Создать материально-техническую базу основополагающих процессов на весь жизненный цикл электронной продукции
Отраслевые стандарты	Создать высокую конкурентоспособность отрасли через инструменты технического и отраслевого регулирования
Кадры	Упразднить проблемы с кадрами, которые препятствуют реализации цели развития
Управление	Добиться соответствия системы управления отрасли выдвигаемыми условиями внешней среды
Кооперация	Добиться эффективности технологических процессов за счет улучшения качества корпоративного управления
Отраслевая информационная среда	Создать базу для принятия решений за счет обеспечения информационной базы на основе цифровых платформ
Рынки и продукция	Осуществить разработку и вывод на рынки востребованной электронной продукции
Экономическая эффективность	Увеличить маржинальность электронной продукции

Таблица 2

Этапы реализации Стратегии

Реализация стратегии		
1 этап	2020-2021	Расширение доли электроники российского производства на текущем рынке за счёт классических рынков и национальных проектов, а также подготовка стимулирования выхода на международные рынки
2 этап	2022-2025	Вывод электроники российского производства на действующие рынки и выход на международный уровень, заключение партнерских отношений с зарубежными компаниями и расширение инвестиционных проектов
3 этап	2026-2030	Рост отрасли электронной промышленности, достижение технологического лидерства и ведущих позиций на новых устойчивых рынках



Рис. 1. ESG-факторы

Ключевые направления, выделенные в стратегии, не могут в полной мере обеспечить достижение целевых значений показателей развития и обеспечить решение отраслевых задач. Планируемые мероприятия по достижению целевого значения показателей, необходимых для развития отрасли, требуют трансформации с интеграцией ESG-факторов (рис. 1). ESG охватывает широкий круг тем с разной направленностью в разных отраслях [3].

В настоящее время осуществляется второй этап плана реализации Стратегии: 2022–2025 годы – стимулирование выхода электронных продуктов на мировой рынок и новые рынки, включая комплексные предложения и партнёрства с иностранными партнёрами, а также масштабирование инвестиционных проектов. В связи с рядом критических факторов внешней среды в виде специальной военной операции на Украине и вытекающих из этого глобальных последствий требуются корректировки Стратегии для адаптации к новым условиям. Это может послужить ключевым фактором для возможности ESG-трансформации отрасли.

Заключительным этапом Стратегии является обеспечить устойчивый рост отрасли, технологическое лидерство и первенство позиций на перспективных рынках.

Для осуществления данных этапов электронной промышленности РФ необходимо предпринимать далеко идущие планы, чтобы выйти на более устойчивую траекторию с точки зрения как экологических, социальных и управленческих факторов, так и интересов всех заинтересованных сторон. Эти планы

должны отражаться в Стратегии и браться за основу ESG-трансформации на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

Необходимо произвести корреляцию Стратегии с ESG-трансформацией для более стремительной возможности роста отрасли выйти на новые прибыльные рынки с обеспечением ее лидирующих позиций, для увеличения темпов внедрения актуальных успешных бизнес-моделей, наращивания зоны создания увеличения конечной стоимости и достижения целевых значений показателей развития отрасли.

ESG-трансформацию необходимо начинать с ключевых направлений. В настоящее время в Стратегии выделено девять ключевых направлений (табл. 1).

Чтобы добиться успеха и создать конкурентное преимущество отрасли, необходимо одновременно интегрировать экологические, социальные и управленческие аспекты (ESG) в каждый элемент бизнеса и улавливать ценность, которую создает эта трансформация. В настоящий момент в Стратегии развития ключевые направления дифференцированы, что не позволяет создать целостный подход [4].

На рисунке 2 представлены возможности ESG-трансформации существующих ключевых направлений, рассматриваемых ранее в тексте.

Триада ESG становится все более актуальным понятием в России. Разработка методологических основ ESG-трансформации – это новый, инновационный фундамент, который дает возможность для преобразования всей отрасли.

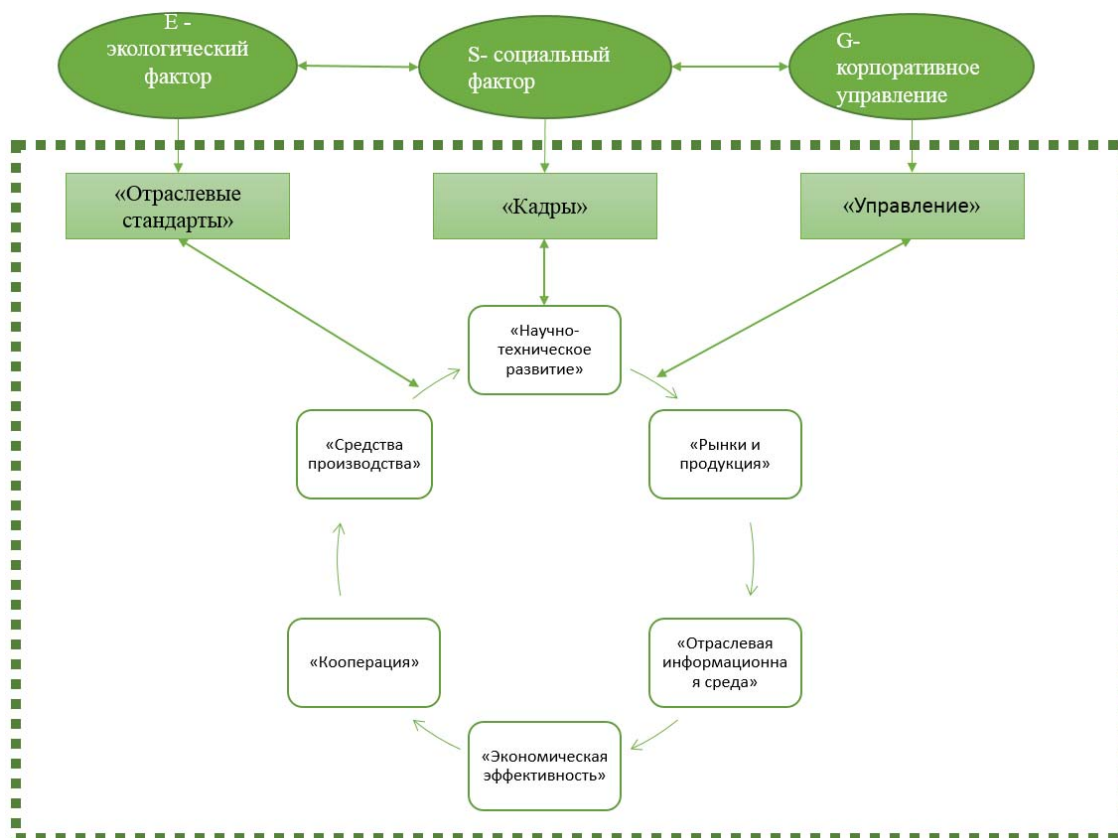


Рис. 2. Возможности ESG-трансформации

Необходимо четко выделить из существующих девяти ключевых направлений Стратегии те, которые отражают главные факторы данного направления и представляют собой основу для дальнейшего изучения и разработки методологических основ ESG-трансформации. Такими направлениями являются:

Е – экологический фактор – «Отраслевая среда»;

S – социальный фактор – «Кадры»;

G – корпоративное управление – «Управление».

Оставшиеся направления интегрируются в выделенные. Так, например, по направлению «Научно-техническое развитие» планируется обеспечить развитие электронной промышленности путем разработки и освоения новых технологий создания и производства. Данное направление интегрируется во все 3 ключевых фактора ESG, так как создание технической основы в виде программно-аппаратного комплекса для обеспечения внедрения сквозной технологии необходимо рассматривать не как отдельное направление, а как дополнение и техническую базу для факторов ESG.

Направление «Средства производства». Обеспечение информатизации производства для повышения производительности труда и эффективности деятельности организаций является базовым мероприятием и должно интегрироваться во все факторы ESG для оценки и улучшения жизненного цикла электронной продукции.

Также в данном направлении необходимо обратить особое внимание на такое мероприятие, как создание новых производств методов и инструментов, которые должны обеспечить требуемую материально-техническую базу ключевых процессов первичной разработки, производства и технического обслуживания. Данное мероприятие требует серьезного преобразования, и его необходимо интегрировать к Е-фактору – экологическому. Существует серьезный пробел в механизме обеспечения данной задачи. В данном механизме отсутствует цикличность и замкнутость процессов жизненного цикла электронной продукции [5].

Направление «Кооперация» интегрируется в S-фактор (социальный) и G-фактор (управленческий). Благодаря использованию цифровых платформ для содействия

сотрудничеству и информации о продуктах и текущей корректировке сбора и анализа и инженерных данных за счет использования цифровых платформ – это направление придаст модели ESG циклический процесс на всех уровнях подразделений организации.

Направление «Отраслевая информационная среда» может быть интегрировано в G – управленческий фактор и E – экологический фактор. Вклад в G-фактор заключается в формировании и развитии отраслевых баз данных, разработке и унификации инструментов обмена отраслевой информацией, а также разработке систем сбора данных для мониторинга и контроля развития отрасли. Проведение данных мероприятий дает возможность мониторинга и измерения процессов в отношении ESG-трансформации.

Мероприятие, направленное на разработку контролируемого цифрового производства электронной продукции от разработки, интегрируется в E – экологический фактор и требует определенных преобразований, так как в данном механизме отсутствует цикличность и замкнутость процессов жизненного цикла электронной продукции.

Направления «Рынки и продукты» и «Экономическая эффективность». Мероприятия по данным направлениям будут являться следствием реализации мероприятий по выделенным 3 ключевым направлениям: E – экологический фактор – «Средства производства»; S – социальный фактор – «Кадры»; G – корпоративное управление – «Управление».

При одновременной интеграции экологических, социальных и управленческих аспектов (ESG) в каждый элемент реализации основных мероприятий Стратегии будут решаться такие элементы мероприятий, как:

- возможность отрасли принимать участие в реализации программ и проектов национального и федерального назначения;
- выход российской электроники на международные рынки;
- формирование новых устойчивых рынков и создание условий для лидирующих позиций на них.

Заключение

Для дальнейшего создания целостного подхода на основе ESG-принципов

из девяти ключевых направлений были выделены три ведущих, которые представляют собой основу для дальнейшего изучения и разработки методологических основ ESG-трансформации при организации производств радиоэлектронной промышленности. Оставшиеся вне поля направления рассматривают с точки зрения интеграции данных направлений в образующиеся новые ведущие направления, основанные на ESG-принципах. Таким образом можно осуществить интеграцию Стратегии с ESG-трансформацией.

В докладе международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» термин «устойчивое развитие» трактуется как развитие для удовлетворения потребностей сегодняшнего поколения людей, но не ставится под угрозу из-за регресса окружающей среды и истощения природных ресурсов возможность будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Комплексное обеспечение трех основных факторов ESG будет эффективно решать ключевые экологические, социальные и управленческие задачи, необходимые для того, чтобы продолжить добиваться сбалансированного развития и улучшения качества жизни людей. Общее решение этих проблем в конечном итоге будет означать переход к новой форме развития цивилизации – устойчивому развитию, которое определено в соответствии с концепцией, определяемой документами Конференции ООН.

Список литературы

1. Садковский Б.П., Садковская Н.Е. Пути повышения уровня экологической безопасности технических средств и технологий. М.; Калуга: Манускрипт, 2011. 156 с.
2. Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-р (2020) Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73340483> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Качура И.С. Нарастающая тенденция применения и важность реализации концепции экологического, социального и корпоративного управления (esg) // Молодой исследователь дона. 2022. № 1(34). С. 81-84.
4. Умаров Х.С. Роль концепции esg в контексте обеспечения устойчивого развития мирового сообщества // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. № 1(121). С. 37-44.
5. Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р. Перечень областей применения наилучших доступных технологий [Электронный ресурс]. URL: [https:// docs.cntd.ru/document/420242884](https://docs.cntd.ru/document/420242884) (дата обращения: 15.04.2022).

УДК 658.5:338.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИНТЕЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРЕЦИЗИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Никируй А.Э.

ООО «НПЦ «АЛЬФА», Москва, e-mail: a.nikiruy@gmail.com

В связи с необходимостью уменьшения производственных затрат опытного и мелкосерийного прецизионного машиностроения и принятия оптимальных решений при проектировании инновационной продукции в работе предлагаются методы и средства оптимизации производственных процессов и синтез организационно-технических решений опытного и мелкосерийного прецизионного машиностроения. Проработан комплекс методов и средств, позволяющий определить оптимальный способ производства изделий, основываясь на особенностях технологий, принадлежности оборудования предприятию, смежнику или наличие на рынке, времени и стоимости изготовления прецизионных деталей. Данный комплексный подход описывает средства оптимизации производственных процессов и постановку оптимизационной задачи с входными параметрами, ограничениями, которые включаются в методики и средства оптимизации производственных процессов и не включаются, но учитываются при синтезе организационно-технических решений. Также представлен перечень параметров, методик, способов и инструментов, используемых при оптимизации производственных процессов. В работе учитываются общие условия проектирования, влияющие на снижение стоимости конечного изделия при оптимизации производственных процессов прецизионного машиностроения. Предлагаются общие рекомендации по перечню и сбору данных для реализации методик и средств оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений.

Ключевые слова: оптимизация производственных процессов, организация производства, опытное производство, мелкосерийное производство, машиностроение, прецизионное машиностроение, прецизионное производство, экономическая эффективность

OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESSES AND SYNTHESIS OF ORGANIZATIONAL TECHNICAL SOLUTIONS FOR PRECISION MECHANICAL ENGINEERING

Nikiruy A.E.

ALPHA Research & Manufacturing Co., Moscow, e-mail: a.nikiruy@gmail.com

In connection with the need to reduce the production costs of experimental and small-scale precision engineering and make optimal decisions when designing innovative products, the paper proposes methods and tools for optimizing production processes and the synthesis of organizational and technical solutions for experimental and small-scale precision engineering. A set of methods and tools has been worked out to determine the optimal method for manufacturing products, based on the features of technologies, whether the equipment belongs to an enterprise, a subcontractor, or the availability on the market, time and cost of manufacturing precision parts. This integrated approach describes the means of optimizing production processes and the formulation of an optimization problem with input parameters, constraints that are included in the methods and means of optimizing production processes, and are not included, but are taken into account when synthesizing organizational and technical solutions. A list of parameters, methods, methods and tools used in optimizing production processes is also presented. The work takes into account the general design conditions that affect the reduction in the cost of the final product when optimizing the production processes of precision engineering. General recommendations are offered on the list and collection of data for the implementation of methods and tools for optimizing production processes and synthesis of organizational and technical solutions.

Keywords: optimization of production processes, organization of production, pilot (experimental) production, small-scale production, mechanical engineering, precision engineering, precision production, economic efficiency

Опытное и мелкосерийное производство занимает существенную часть затрат общей программы реализации инновационной продукции. Одна из причин высокой стоимости заключается в необходимости изготовления единичных или малых серий деталей по различным технологиям. Производственное предприятие должно не только получить положительный результат своих научных и опытных изысканий, но и сохранить при этом конкурентоспособность своей продукции для получения прибыли. Для быстрого обеспечения специалистов и руководителей необходимыми данными

для принятия решения необходимы доступные методики и средства оптимизации производственных процессов.

Материалы и методы исследования

Существует множество методик и работ по выбору технологий, экономической эффективности технологий, расчету стоимости изготовления изделий и подбору оборудования для модернизации и в целом организации производства. Противоречия практики и существующих научных работ обусловлены опережением научно-технической базы перед научно-методической

базой, которая быстро устаревает. Данные методики и средства находятся в междисциплинарных областях науки, что усложняет их сбор производственным предприятием и проведение анализа. Создание комплекса методик и средств оптимизации производственных процессов от каждой сферы деятельности машиностроительного предприятия позволит получить доступ не только к удобному инструменту для использования базы знаний, расчета различных параметров, но даст возможность управлять входными данными и получить полное понимание доступных способов и оптимальной стоимости изготовления изделий. Синтез организационно-технических решений позволит минимизировать затраты на производство и упростит процесс принятия решений по применению различных технологий при изготовлении.

*Постановка задачи оптимизации
производственных процессов
опытного и мелкосерийного
прецизионного производства*

Для оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений при организации опытного и мелкосерийного прецизионного производства может быть использован алгоритм [1] и включенные в него методы и средства, которые позволят на ранних этапах проектирования изделия получить данные по срокам и стоимости организации производства и изготовления деталей.

Научная задача в формализованном виде будет заключаться в оптимизации организации производства, основываясь на разработанных методах и средствах с применением минимального количества параметров проектируемых изделий, минимизацией сроков получения данных для организации производства и оптимизации времени и стоимости изготовления изделий. При системном исследовании процесса проектирования, организации производства и изготовления деталей поставлена оптимизационная задача по минимизации суммарной стоимости изготовления деталей $C_{\text{дс}}$ на ранних этапах проектирования в опытном и мелкосерийном прецизионном производстве.

$$C_{\text{дс}}(C_i) \rightarrow \min.$$

Необходимо рассчитать оптимальную стоимость изготовления деталей при входных параметрах и определенных ограничениях. Суммарная стоимость складывается из затрат, зависящих и не зависящих от времени изготовления детали:

$$C_{\text{дс}}(C_i) = \sum_k C_k(t) + \sum_j C_j.$$

Затраты C_k увеличиваются с увеличением времени изготовления деталей t , таким образом, задача оптимизации сводится к минимизации времени изготовления деталей.

$$t \rightarrow \min.$$

Входными данными для вычисления времени изготовления детали являются:

- а) параметры деталей, такие как материал, габаритные размеры, степень точности детали;
- б) параметры объемов производства, такие как количество деталей и вид производства (опытное или мелкосерийное);
- в) временные параметры необходимого срока изготовления деталей;
- г) множество финансово-экономических параметров, таких как параметры фонда оплаты труда, арендной платы, платежи за электроэнергию и коммунальные услуги, стоимостные параметры инструмента, оснастки, материалов, а также курс валют.

Оптимизация стоимости при фиксированном времени изготовления также осуществляется за счет выбора оборудования [2] по минимальной перерасчетной стоимости, зависящей от времени изготовления детали.

*Методы и средства оптимизации
производственных процессов
опытного и мелкосерийного
прецизионного производства*

Комплекс методов и средств оптимизации производственных процессов опытного и мелкосерийного прецизионного производства состоит из следующего перечня:

- Перечень параметров проектируемой детали, доступный уже на ранних этапах проектирования деталей.
- Перечень параметров выбора технологии.
- Методика расчета времени и стоимости изготовления деталей по технологии механической обработки материала, используя процесс резания (точение) [3–5].
- Методика расчета времени и стоимости изготовления деталей по технологии селективного лазерного спекания (SLM) [6–9].
- Метод и модель выбора оборудования [2, 10–12].
- Способ повышения эффективности селективной сборки [13–15].
- Инструментальное средство по расчету стоимости изготовления деталей по заданным требованиям и ограничениям и анализу результатов расчетов.

Синтез организационно-технических решений заключается во всестороннем и оптимальном использовании всех ресурсов предприятия. Он позволяет не только определить оптимальную стоимость изготовле-

ния деталей и технологию изготовления, но и возможную степень точности изготовления деталей, коррелирующую со стоимостью ее изготовления. Также при высокой стоимости изготовления деталей или невозможности достижения требуемой точности следующим шагом является применение метода селективной сборки или возможно изменение конструкции и материалов проектируемого изделия для поиска оптимальной технологии изготовления деталей с сохранением требований к ней.

Учитываются общие условия при оптимизации производственных процессов прецизионного машиностроения, а именно:

- Уравновешивание требуемых производственных мощностей к объему выпуска изделий и применяемой технологии.
- Уменьшение доли брака за счёт применения нового оборудования, технологии или методики.
- Наличие возможности создания интерфейсов приема и передачи данных на/с оборудования с/в автоматизированную систему управления.
- Возможность дальнейшей модернизации оборудования под поточное производство и автоматизации производства.
- Наличие специалистов по выбранным технологическим процессам и для работы на оборудовании.
- Соблюдение требований безопасности здоровья человека и экологических требований.

Данные условия должны рассматриваться для каждой технологии и оборудования по отдельности.

Ограничения при реализации методов и средств оптимизации производственных процессов

Существуют ограничения и условия, влияющие на стоимость проектирования и изготовления изделия, которые не включаются в методики и средства оптимизации производственных процессов, но учитываются при синтезе организационно-технических решений при формировании данных на подготовительном этапе реализации.

Влияющими на снижение стоимости конечного изделия и прецизионного производства и определяющими на этапе проектирования будут условия, которые закладываются в конструкцию изделия, к ним относятся:

- Подбор подходящего материала и максимальное использование его характеристик.
- Учет внешних условий использования детали.
- Установка минимально возможных коэффициентов запаса для различных параметров.

- Минимальное разделение изделия на составные части, изготовление которых достижимо с помощью определенной технологии и с требуемым качеством.

- Поиск оптимальных геометрических, прочностных, эксплуатационных и других характеристик.

Оптимизация по вышеописанным условиям не рассматривается в данной работе, однако данные условия могут оказать влияние на стоимость производства деталей и решения конструктора.

Стоит отметить, что ограничениями для конструктора при реализации технических требований при проектировании изделия в данном случае будут возможности производственных мощностей и доступность или существование соответствующих технологий, что соответственно накладывает ограничения на этапе выбора технологии и оборудования.

Ограничения при реализации методов и средств оптимизации производственных процессов следующие:

- Параметры выбора технологии.
- Физико-технические параметры, используемые при расчете времени изготовления деталей по определенной технологии. Например, для токарной обработки такие, как характеристики инструмента для обработки заготовки, расчет габаритов заготовки, припусков и скорость обработки, а для селективного лазерного спекания характеристики и объемы используемого материала, мощность лазера, скорость спекания/сплавания.
- Множество параметров оборудования, которые можно назначить или определить как дополнительные. Параметры:
 - параметры, которые сравниваются с параметрами детали и для которых определяется возможность изготовления детали на данном оборудовании;
 - параметры, которые влияют на определение времени изготовления деталей;
 - параметры, определяющие наличие оборудования на предприятии, у смежника или на рынке;
 - параметры, определяющие возможность и скорость обслуживания и ремонта оборудования;
 - стоимостные параметры оборудования, включая сменные комплектующие, расходные материалы и запасные части.
- Временные параметры, такие как фонд рабочего времени при различной сменности работы, а также различные коэффициенты брака, простоя оборудования, зависящего от времени обслуживания и ремонта оборудования.
- Инвестиционные и кредитные ограничения.

Сбор и обработка данных для реализации методов и средств оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений

Сбор данных осуществляется на всех этапах проектирования изделия и его изготовления. Существует множество систем, обеспечивающих возможность хранения и обработки данных об изделии. Все первичные данные, возникающие на каждом этапе, фиксируются и учитываются в системе, которые используются на каждом этапе организации производства. Описана модель данных, которая включает все необходимые данные и их взаимосвязи для реализации комплекса методов и средств оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений в опытном и мелкосерийном прецизионном машиностроении.

Для практической реализации методов и средств оптимизации производственных процессов определен и описан состав данных и рекомендаций: минимальный требуемый перечень параметров детали; перечень необходимых параметров оборудования и предварительного выбора оборудования по параметрам детали; параметры выбора технологии; учет сменности работы и типа производства, опытного или мелкосерийного; наличие полноты данных, их источников и ограничений; взаимосвязи данных и их учета в расчетах; методы расчета времени изготовления деталей; методы расчета стоимости деталей; сравнение эффективности изготовления деталей с помощью различных технологий; последовательная схема и структура модели данных реализации оптимизации производственных процессов прецизионного производства; перечень параметров, влияющих на стоимость изготовления детали.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с поставленной научной задачей в данной работе сформирован перечень методов и средств оптимизации производственных процессов прецизионного машиностроения, а также входные данные и ограничения. Методы и средства оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений прецизионного машиностроения позволяют проявить узкие места в организации производства, такие как наличие подходящего оборудования на предприятии у смежников или на рынке; ограничение используемых инструментов, приспособлений, в целом оснастки; времени, затрачиваемого на из-

готовление деталей; ограничения по стоимости изготовления детали; загрузки производства по программе; необходимость в автоматизации некоторых производственных процессов; использование фонда рабочего времени и трудовых ресурсов.

Результирующие данные по методам и средствам оптимизации производственных процессов, полученные на раннем этапе проектирования детали, позволяют не только учитывать необходимые затраты на организацию производства заранее, но и установить оптимальный тип прецизионного опытного и мелкосерийного производства и управлять параметрами разработки изделия. Также они влияют в целом на принятие решений при разработке, отработке технологии, изготовлении опытных образцов, постановке на производство и изготовлении инновационных прецизионных изделий.

Отличительной особенностью данных методов и средств является полнота и взаимосвязанность необходимых данных для оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений прецизионного машиностроения.

Необходима в первую очередь автоматизация и интеграция данных методов и средств оптимизации производственных процессов и синтеза информационно-технических решений для возможности их эффективного применения на всех уровнях принятия решений на предприятиях прецизионного машиностроения. Также необходима разработка методик расчета времени и стоимости изготовления деталей по не описанным выше технологиям для расширения возможности сравнения стоимости изготовления деталей по различным технологиям.

Заключение

Стоимость процессов опытного и мелкосерийного прецизионного производства зависит от многих факторов, включая применяемую технологию и оборудование, количество необходимых деталей, степень точности и другие характеристики детали. Данный подход позволит принимать оптимальное решение не только о способе изготовления деталей на основе предварительной оценки времени и стоимости изготовления деталей по различным технологиям, но и о возможности изменения параметров деталей.

Отличием данного подхода от существующих методов и средств оптимизации производственных процессов при организации опытного и мелкосерийного прецизионного производства инновационной продукции является его комплексность.

С помощью методов и средств оптимизации производственных процессов и синтеза организационно-технических решений прецизионного машиностроения возможно принять оптимальное решение о способе производства и существенно уменьшить затраты на процессы проектирования и производства опытных и мелкосерийных прецизионных изделий.

Список литературы

1. Никируй А.Э., Дроговоз П.А. Алгоритм оптимизации технической подготовки опытного и мелкосерийного прецизионного производства // XI Чарновские чтения: сборник трудов всероссийской научной конференции по организации производства. Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). (Москва, 3–4 декабря 2021 г.). М.: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2022. С. 92–97.
2. Никируй А.Э., Дроговоз П.А. Методика выбора оборудования при организации опытного производства в машиностроении // Технология машиностроения. Экономика машиностроения, организация производства. 2021. № 9. С. 46–51.
3. Бурцев В.М., Васильев А.С., Дальский А.М., Деев О.М., Диланян Р.З., Камсюк М.С., Киселев В.Л., Кондаков А.И., Мещеряков Р.К., Мухин А.В., Спиридонов О.В., Тавров В.И., Холодкова А.Г., Ястребова Н.А. Технология машиностроения. Т. 1. 2-е изд. / Под ред. Дальского А.М. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 564 с.
4. Childs T., Maekawa K., Obikawa T., Yasuo Y. Metal Machining. New York – Toronto: John Wiley & Sons Inc., 2000. 408 с.
5. Панов А.А., Аникин В.В., Бойм В.Ф., Безъязычный В.Ф., Волков В.С., Гай Л.Б., Гречишников В.А., Зайцев А.И., Кирсанов С.В., Кокарев В.И., Лавров Г.А., Медведь Б.В., Савин В.Б., Соловьев А.П., Старосельский А.З., Схиртладзе А.Г., Тарапанов А.С., Фарберов З.А., Харламов Г.А., Чеканова Л.Н., Чернявский Л.Б., Шестаков Н.П. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под ред. Панова А.А. М.: Машиностроение-1, 2004. 784 с.
6. Leach R.K., Carmignato S., Ayas C., Baier M., Baumers M., Blateyron F., Butler D., Charles A., Colosimo B.M., Dutton B., Elkaseer A., Gilbert D., Grasso M., Hattel J.H., Langelaar M., Mohanty S., Moylan S., Newton L., Ranjan R., Sbettega E., Scholz S.G., Senin N., Amrozia S., Bethan S., Keulen F. van, Wilson V., Woolliams P., Filippo Z. Precision metal additive manufacturing. First S.— Boca Raton, FL: CRC Press, 2020. 404 p.
7. Никируй А.Э., Лымарь С.В., Дроговоз П.А. Время и стоимость изготовления деталей методом селективного лазерного спекания при организации прецизионного производства // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 2. С. 72–77.
8. Klahn C., Meboldt M., Fontana F., Leuteneker-Twelsiek B., Jansen J. Entwicklung und Konstruktion für die Additive Fertigung. 2. Auflage. Würzburg, Deutschland: Vogel Communications Group GmbH & Co, 2021. 225 с.
9. Kadir A.Z.A., Yusof Y., Wahab M.S. Additive manufacturing cost estimation models—a classification review. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2020. Т. 107. no. 9–10. P. 4033–4053.
10. Karim R., Karmaker C.L. Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods. Am. J. Ind. Eng. 2016. Т. 4. No. 1. С. 7–13.
11. Павлов К.С., Хоботов Е.Н. Модели выбора и замены оборудования в производственных системах машиностроительных предприятий // Автоматика и телемеханика. 2015. Т. 2. С. 125–140.
12. Антипенко В.С., Харитонов Ю.Н., Николаева Н.С. Маркетинговое исследование структуры совокупной стоимости владения для оптимизации выбора станков // Качество и жизнь. 2020. Т. 25. № 1. С. 82–86.
13. Никируй А.Э., Дроговоз П.А. Эффективность селективной сборки прецизионных оптических систем на основе виртуальной сборки изделий при организации производства на предприятиях машиностроения // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2022. № 2. С. 58–61.
14. Крынин Л.И., Латыев С.М., Табачков А.Г., Фролов Д.Н., Гнездилова М.С. Расчет зазоров в сопряжениях деталей линзовых узлов объектива и его юстировка // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. С. 353–358.
15. Caputo A.C., Di Salvo G. An economic decision model for selective assembly. Int. J. Prod. Econ. Elsevier B.V. 2019. Т. 207. С. 56–69.

УДК 62-21

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАПАЗОНА СКОРОСТЕЙ ВИТАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В КАМЕРЕ ПРИ СЕПАРИРОВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Пивень В.В., Уманская О.Л., Кривчун Н.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: pivenvv@yandex.ru

Рассмотрен процесс сепарирования зерна пшеницы в горизонтальном воздушном канале по аэродинамическим признакам. При фракционировании исходного материала на разнокачественные фракции актуальной научной проблемой является установление закономерностей распределения компонентов сепарируемого материала по длине приемного короба. Целью исследования является установление характера распределения зерна пшеницы по длине приемного короба и аппроксимация этого распределения математической зависимостью для определения основных параметров приемного короба. Дан анализ распределения зерна пшеницы по длине сепарирующей камеры. Закон распределения аппроксимирован функцией Вейбулла. Приведенная методика позволяет выполнять корректировку расположения приемного короба и протяженности зон приема компонентов для повышения качества сепарирования. Получение разнокачественных фракций материала после воздушного сепарирования позволяет более рационально организовать последующую очистку материала. Наиболее качественный материал следует извлекать в чистом виде на первом этапе обработки. На дальнейшую обработку в этом случае будет отправляться только промежуточная фракция, имеющая существенно меньший объем по сравнению с исходным количеством материала. Совместный анализ аппроксимирующих зависимостей зерна основной культуры и примесей позволит определить процентный состав получаемых фракций в любой зоне приемного короба.

Ключевые слова: воздушное сепарирование, пшеница, фракции, параметры приемного короба

MODELING OF THE RANGE OF SOARING SPEEDS AND THE DISTRIBUTION OF IMPURITIES IN THE CHAMBER DURING SEPARATION OF WHEAT GRAIN

Piven V.V., Umanskaya O.L., Krivchun N.A.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: pivenvv@yandex.ru

The process of separating wheat grain in a horizontal air channel according to aerodynamic characteristics is considered. When fractionating the source material into different-quality fractions, an urgent scientific problem is to establish the patterns of distribution of the components of the separated material along the length of the receiving box. The aim of the study is to establish the nature of the distribution of wheat grain along the length of the receiving box and to approximate this distribution by mathematical dependence to determine the main parameters of the receiving box. The analysis of the distribution of wheat grain along the length of the separating chamber is given. The distribution law is approximated by the Weibull function. The above technique allows you to adjust the location of the receiving box and the length of the reception areas of components to improve the quality of separation. Obtaining different-quality fractions of the material after air separation makes it possible to organize the subsequent cleaning of the material more efficiently. The highest quality material should be extracted in its pure form at the first stage of processing. In this case, only the intermediate fraction, which has a significantly smaller volume compared to the initial amount of material, will be sent for further processing. A joint analysis of the approximating dependencies of the grain of the main crop and impurities will allow determining the percentage composition of the fractions obtained in any zone of the receiving box.

Keywords: air separation, wheat, fractions, parameters of the receiving box

Сепарирование воздушным потоком широко используется для смесей, компоненты которых отличаются аэродинамическими признаками. Воздушные сепараторы применяются при послеуборочной обработке зерна, фракционировании зернового материала, подготовке зерна перед помолотом, извлечении зерна из примесей [1, 2]. Разделение смесей по аэродинамическим признакам применяется также при сепарировании сыпучих материалов в горной, фармацевтической, пищевой промышленности, при производстве строительных материалов и т.д.

В воздушных сепараторах используются различные схемы взаимодействия се-

парируемой смеси и воздушного потока. Так, например, вертикальные воздушные каналы обеспечивают высокое качество сепарирования при низкой удельной производительности. Наклонные и горизонтальные воздушные каналы позволяют вести процесс сепарирования с большей удельной нагрузкой и меньшей энергоемкостью. Качество сепарирования при этом уступает воздушным сепараторам с вертикальным каналом. Воздушные сепараторы с наклонными и горизонтальными каналами имеют определенные преимущества: позволяют разделять (фракционировать) исходный материал на разнокачественные фракции. Последующая раздельная обработка этих

фракций позволяет снизить общую энергоёмкость процесса сепарирования. При сепарировании семян сельскохозяйственных культур снижение числа пропусков материала через машины снижает микроповреждения семян и повышает их качество.

При фракционировании исходного материала на разнокачественные фракции актуальной научной проблемой является установление закономерностей распределения компонентов сепарируемого материала по длине приемного короба. Определение протяженности зоны осаждения отдельных компонентов необходимо для обоснования длины приемного короба, его отдельных секций, их количества. Оптимальное соотношение данных параметров позволит обеспечить наиболее эффективное осуществление процесса сепарирования.

В данной работе процесс воздушного сепарирования рассматривается на примере сепарирования зерна пшеницы, поступающей на зерноочистительные комплексы.

Целью исследования является установление характера распределения зерна пшеницы по длине приемного короба и аппроксимация этого распределения математической зависимостью для определения основных параметров приемного короба.

Материалы и методы исследования

Выбор технологической схемы взаимодействия сепарируемой смеси и воздушного потока, определение набора машин

для последующего сепарирования по другим признакам разделения необходимо производить с учетом материальных затрат и затрат энергии для всего технологического процесса сепарирования [3–5].

При разработке конструкции воздушного сепаратора необходимо учитывать траекторию движения компонентов смеси, которая зависит от скорости воздушного потока, скорости и угла ввода компонентов в воздушный поток, угла наклона воздушного потока к горизонту, производительности сепаратора [6–8].

При изменении влажности, других физико-механических свойств компонентов исходной смеси траектория их движения будет меняться. Наибольшее влияние будут оказывать аэродинамические свойства компонентов, которые определяются коэффициентом парусности [9, 10]. Эту особенность необходимо учитывать при проектировании сепараторов. Необходимо также предусматривать анализ исходной смеси и оперативную регулировку сепаратора в процессе работы. Такая регулировка должна базироваться на данных оперативного анализа качества процесса сепарирования.

Схема сил, действующих на частицу зерновой смеси при ее движении в воздушном потоке, представлена в работе [11] (рис. 1). В этой же работе приведен математический расчет траекторий движения частиц с различными аэродинамическими характеристиками.

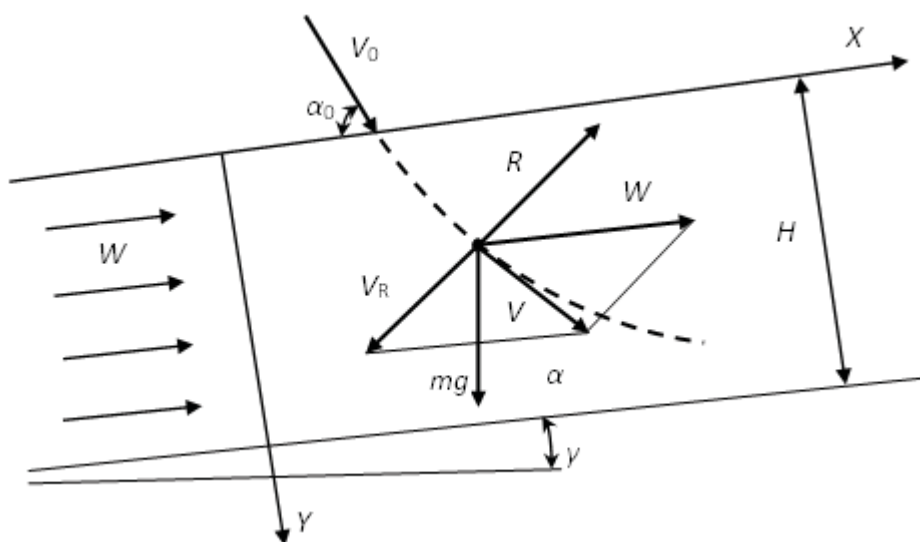


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу сепарируемого материала в наклонном воздушном канале:

W – скорость воздушного потока, м/с; V_0 – скорость ввода частиц в воздушный поток, м/с; α_0 – угол ввода, °; H – высота воздушного канала, м; γ – угол наклона воздушного канала к горизонту, °;

R – аэродинамическая сила, Н; mg – сила тяжести, Н;

V_R – относительная скорость движения частицы в воздушном потоке, м/с

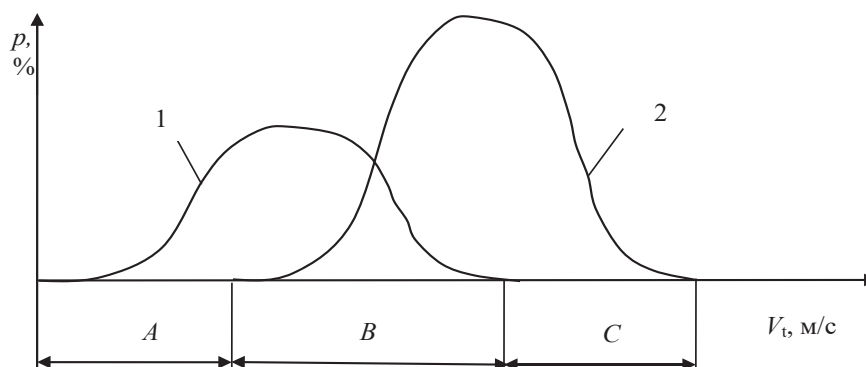


Рис. 2. Примерный график плотности распределения (p) компонентов основной культуры и примесей по скоростям витания (V_v): 1 – для примесей; 2 – для зерна основной культуры;
 A – протяженность зоны получения примесей в чистом виде;
 B – протяженность зоны получения смешанной фракции: зерно основной культуры и примеси;
 C – протяженность зоны получения зерна основной культуры в чистом виде

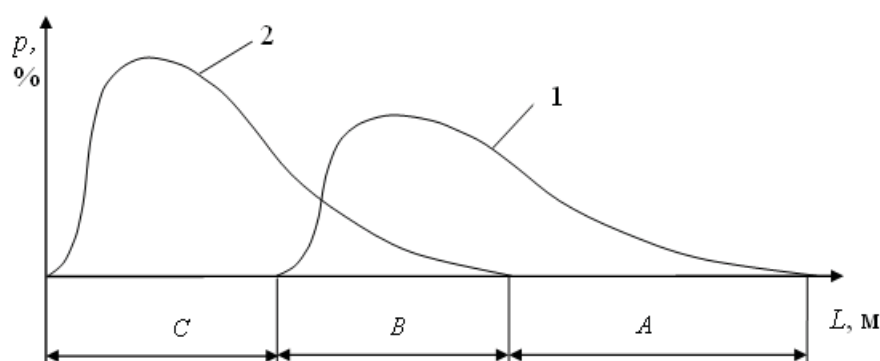


Рис. 3. Примерный график плотности распределения (p) компонентов основной культуры и примесей по длине приемного короба сепарирующей камеры (L):
 1 – для примесей; 2 – для зерна основной культуры;
 A – протяженность зоны получения примесей в чистом виде;
 B – протяженность зоны получения смешанной фракции: зерно основной культуры и примеси;
 C – протяженность зоны получения зерна основной культуры в чистом виде

Аэродинамические характеристики зерна и его примесей принято характеризовать скоростью витания [11]. Это такая скорость вертикального воздушного потока, при которой частица находится во взвешенном состоянии. Статистическое распределение зерен основной культуры и примесей по скоростям витания подчиняется нормальному закону распределения. Кривые распределения зерна и примесей по скоростям витания частично перекрываются. В чистом виде удастся выделить воздушным потоком только часть зерна и часть примесей. Примерный график плотности распределения основного зерна и примесей по скоростям витания представлен на рис. 2 [11].

Примерное распределение зерна и примесей при их осаждении в сепарирующей

камере машины по длине приемного короба представлено на рис. 3.

График (рис. 3) имеет явно выраженную левостороннюю асимметрию. Распределение компонентов смеси по длине сепарирующей камеры характерно для функции плотности распределения Вейбулла [12, 13].

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x}{a} \right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{a} \right)^b}, \quad (1)$$

где a и b – параметры (коэффициенты) Вейбулла, которые определяются по экспериментальным данным.

Интегральная функция распределения Вейбулла имеет следующий вид:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{a} \right)^b}. \quad (2)$$

**Результаты расчетов по определению параметров Вейбулла
при распределении зерна пшеницы**

№ секции	$x_i \dots x_{i+1}$	$\bar{x}_i, m$	m_i, kg	P_i	$\bar{x}_i \cdot P_i$	$(T - \bar{x}_i)P_i$
1	0 – 0,1	0,05	0,900	0,0310	0,0016	0,0026
2	0,1 – 0,2	0,15	5,538	0,1910	0,0287	0,0067
3	0,2 – 0,3	0,25	10,980	0,3786	0,0947	0,0029
4	0,3 – 0,4	0,35	8,390	0,2893	0,1013	0,0000
5	0,4 – 0,5	0,45	2,820	0,0972	0,0437	0,0012
6	0,5 – 0,6	0,55	0,350	0,1207	0,0664	0,0055
7	0,6 – 0,7	0,65	0,020	0,0007	0,0005	0,0001
8	0,7 – 0,8	0,75	0,002	0,0000	0,0000	0,0000

$\sum m_i = 29; T = \sum (\bar{x}_i \cdot P_i) = 0,3369; \sigma^2 = 0,0190; v = \sigma / T = 0,41; a = 0,39.$

Если аппроксимировать экспериментальное распределение компонентов смеси по длине приемного короба сепарирующей камеры распределением Вейбулла, то это позволит в процессе сепарирования корректировать расположение зон приема фракций *A, B, C* (рис. 2) для получения более качественного результата сепарирования. Такая корректировка может потребоваться при изменении физико-механических свойств сепарируемой смеси, увеличении концентрации компонентов в сепарирующей камере. Для определения параметров распределения Вейбулла необходимо в процессе сепарирования взять пробы материала по длине сепарирующей камеры и провести их статистическую обработку.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

В качестве примера (таблица) приведена обработка экспериментальных данных, полученных при сепарировании зерна пшеницы с диапазоном скоростей витания в вертикальном воздушном потоке 8,0–10,8 м/с. При проведении эксперимента высота воздушного канала составила 0,55 м, угол ввода – 60°, угол наклона воздушного потока к горизонту – 0°. Зона приема зерна пшеницы (*C+B*) разбита на 8 секций. Длина каждой секции по 0,1 м.

Для определения параметров *a* и *b* необходимо вычислить среднее значение *T*, среднее квадратическое отклонение σ и коэффициент вариации *v*. Коэффициенты *b* = 2,6 и *c_b* = 0,37 определены с помощью таблиц [12, 13]. Коэффициент *a* определяется по формуле

$$a = \frac{\sigma}{c_b}. \quad (3)$$

В результате обработки экспериментальных данных получено следующее вы-

ражение для функции плотности распределения Вейбулла:

$$f(x) = 6,67 \left(\frac{x}{0,39} \right)^{1,6} \cdot e^{-\left(\frac{x}{0,39} \right)^{2,6}}. \quad (4)$$

Выражение (4) определяет функцию распределения зерна пшеницы по длине приемного короба сепарирующей камеры. Проверка адекватности полученного выражения с данными эмпирической выборки была проведена с помощью критерия согласия Пирсона χ^2 [13]. При уровне значимости 0,01 гипотеза о распределении Вейбулла согласуется с эмпирическим распределением.

Заключение

Представленная методика позволяет определять параметры закона распределения примесей по длине приемного короба сепарирующей камеры. Используя интегральные функции распределения зерна и примесей (2), можно оценить качественный состав полученного после сепарирования материала.

Приведенная методика оценки распределения компонентов по длине сепарирующей камеры позволит в процессе сепарирования выполнять корректировку расположения и протяженности зон приема компонентов для повышения качества сепарирования. Получение разнокачественных фракций материала после воздушного сепарирования, оценка их качественного состава позволит более рационально организовать последующую очистку материала.

Наиболее качественный материал можно извлекать в чистом виде на первом этапе обработки. На дальнейшую обработку в этом случае будет отправляться только промежуточная фракция *B* (рис. 2), имеющая существенно меньший объем по сравнению с исходным количеством материала.

В результате проведенных исследований установлено, что для зерна пшеницы длину приемного короба нецелесообразно устанавливать более 0,8 м. Для получения фракции чистого зерна на первом этапе сепарирования необходимо эту зону дополнительно разбить на две составляющие. Длину первой секции приемного короба следует установить так, чтобы в эту секцию не попадали примеси.

Дальнейшие исследования в данном направлении следует сосредоточить на определении параметров распределения Вейбулла для различного вида наиболее характерных примесей, находящихся в исходном материале. Совместный анализ аппроксимирующих зависимостей зерна основной культуры и примесей позволит определить процентный состав получаемых фракций в любой зоне приемного короба.

Список литературы

1. Piven V. The theoretical justification for the fractionation of bulk materials during separation, in: MATEC Web of Conferences. 2017. no. 106: 03005. [Электронный ресурс]. DOI: 10.1051/mateconf/201710603005.
2. Saitov V.E., Kurbano R.F., Suvorov A.N. Assessing the adequacy of mathematical models of light impurity fractionation in sedimentary chambers of grain cleaning machines, in: Procedia Engineering 2 series "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016". P. 107–110.
3. Avdeev N.E., Chernukhin Y.V., Stranadko O.G. The search for new principles of separation. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2012. No 3. P. 24–26.
4. Ivanov N.M., Chepurin G.E. Power consumption at after-harvesting grain processing. Achievements of Science and Technology of AICis. 2017. Vol. 31. No. 4. P. 87–90.
5. Semenov E.V., Slavyanskiy A.A., Antipov S.T. Calculation of efficiency of process of fractionation of loose mix in the working volume of a pneumatic separator. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2015. No. 3 (65). P. 43–49.
6. Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A. Research of vertical pneumatic separating channel with supporting mesh. An Agrarian Science of Euro-North-East. 2015. No. 1 (44). P. 73–79.
7. Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A. Research of the dividing chamber of the fractional pneumoseparator at clearing of seeds of fodder grasses. An Agrarian Science of Euro-North-East. 2014. No. 5 (42). P. 69–74.
8. Shukhanov S.N. Planning and methods of carrying out experimental studies of the drum-type grain thrower. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015. No. 5 (55). P. 71–73.
9. Glushkov A.L. Analysis of moving process of grain material components in suction chamber of grain-cleaning machine. An Agrarian Science of Euro-North-East 2016. No. 4. P. 69–75.
10. Shukhanov S.N. Interaction elements of particles of grain lots with air during the work of the tape thrower. Agrarian Scientific Journal. 2015. No. 12. P. 58–59.
11. Piven V.V. Determination of the Extent of Fraction in Air Separation of Grain Material. Journal of Physics Conference Series. 2018. No. 1059 (1): 012001. DOI:10.1088/1742-6596/1059/1/012001.
12. Al-Aqtash R., Lee C., Famoye F. Gumbel-Weibull Distribution: Properties and Applications. Journal of Modern Applied Statistical Methods. 2014. Vol. 13. Iss. 2. Article 11. DOI: 10.22237/jmasm/1414815000.
13. Forbes C., Evans M., Hastings N. and Peacock B. Statistical Distributions. John Wiley & Sons. Hoboken. New Jersey. 2011. 212 p.

УДК 378:372.8

МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА-ПРАКТИКАНТА В СИСТЕМЕ AVN

Султанбаева Г.С., Барганалиева Ж.К., Асанбекова Н.О.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: gul_878787@mail.ru

Практика в основной части образовательной программы бакалавриата – это обязательная составляющая обучения, которая непосредственно ориентирована на профессиональную и практическую подготовку студентов. Педагогическая практика называется «Школьным днем» и начинается со второго курса. При формировании рабочего графика в расписании учебного процесса на практику отводится один день каждой недели, который обозначается как «Школьный день». Основная задача второкурсников во время «Школьного дня» – ознакомление с учебным процессом в общеобразовательных школах, организация внеклассных занятий, получение базовых практических навыков. В рамках «Школьного дня» ученики знакомятся с воспитательной работой школы, участвуют в обучающих семинарах, праздниках, беседах, конференциях, проводят дополнительные и индивидуальные занятия с учениками, помогают учителю-предметнику и классному руководителю. Во время базовой профильной практики студенты третьего курса изучают методы организации учебно-воспитательной работы на уроках, знакомятся с методами и содержанием общественной работы, учатся работать в предметных кабинетах, проводить учебно-воспитательные и внеклассные занятия, а также кружки по предмету и приобретают необходимые навыки индивидуального подхода к учащимся и всему классу. По результатам профильно-базовой практики студенту предлагается представить заключение руководителя практики и отчет. По результатам практики получают соответствующую оценку. Студент проходит профильную педагогическую практику как учитель средних и старших классов. Содержание профильной педагогической практики должно соответствовать подготавливаемому профилю. Профильная педагогическая практика должна включать в себя учебно-познавательную практику. Основа учебно-познавательной практики – административная управленческая организация. По итогам студент предоставляет отчет о своей работе и отзыв руководителя практики. По результатам практики получают соответствующую оценку.

Ключевые слова: бакалавр, педагогическая практика, портфолио практиканта, студент, профильная базовая практика, профильная педагогическая практика, стандарт образования

MODEL OF AN ELECTRONIC PORTFOLIO OF A STUDENT-TRAINEE IN THE AVN SYSTEM

Sultanbaeva G.S., Barganaliyeva Zh.K., Asanbekova N.O.

I. Arabaev Kyrgyz State University, Bishkek, e-mail: gul_878787@mail.ru

“Practice” in the main part of the educational program of the bachelor’s degree is a compulsory component of training, which is directly focused on the professional and practical training of students. The teaching practice is called “School Day” and starts from the second year. When forming the work schedule in the schedule of the educational process, one day of each week is allocated for practice, which is designated as “School day”. The main task of sophomores during School Day is to familiarize themselves with the educational process in general education schools, organize extracurricular activities, and acquire basic practical skills. As part of the “School Day”, students get acquainted with the educational work of the school, participate in training seminars, holidays, talks, conferences, conduct additional and individual lessons with students, help the subject teacher and class teacher. During the basic-profile practice, third-year students study the methods of organizing educational work in the classroom, get acquainted with the methods and content of social work, learn to work in subject classrooms, conduct educational and extracurricular activities, as well as study circles in the subject and acquire the necessary skills individual approach to students and the whole class. Based on the results of the profile-basic practice, the student is invited to provide the conclusion of the head of the practice and a report. Based on the results of the practice, they receive an appropriate assessment. The student undergoes specialized pedagogical practice as a teacher of middle and senior classes. The content of the profile-pedagogical practice must correspond to the profile being prepared. Specialized pedagogical practice should include as part of educational and cognitive practice. The basis of educational and cognitive practice is an administrative management organization. Based on the results, the student provides a report on his work and feedback from the head of the practice. Based on the results of the practice, they receive an appropriate assessment.

Keywords: bachelor, teaching practice, student portfolio, student, profile-basic practice, profile-teaching practice, educational standard

Педагогическая практика (ПП) занимает главное место при подготовке педагогических кадров. Наиважнейшей задачей общеобразовательных учреждений является подготовка учителей – кадров, которые могут отвечать современным требованиям общества, способствующих формированию студентов как личностей, которому способствует ПП. ПП является неотъемлемой частью педагогического процесса вузов, кото-

рая обеспечивает целостность подготовки учителей, как теоретически, так и практически. В нынешнее время учитель должен мобильно ориентироваться в меняющейся социальной ситуации, обладать мышлением, предполагающим системное видение педагогического процесса, направленным на создание индивидуально-творческого стиля профессиональной деятельности, на сотрудничество с обучающимися.

Цель исследования – создать модель электронного портфолио студента-практиканта (СП) и предложить ее для внедрения в систему AVN Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева.

Материалы и методы исследования

ПП помогает формированию:

- основных ключевых компетенций: информационной, социально-коммуникативной, самоорганизации и разрешения проблем;
- специфических, ключевых компетенций: профессиональной и интеллектуальной;
- предметных компетенций учителя.

Вышеперечисленное позволяет делать выводы о методической компетентности педагога, которому способствует ПП как отдельная структура педагогического знания о построении, применении и развитии форм, средств и методов педагогической деятельности (ПД). Для будущего специалиста, т.е. учителя, необходимо знание содержания предметных дисциплин. Однако одного знания содержания дисциплины недостаточно при ПД, также необходимо знание психологии учащихся, педагогические навыки для организации качественной педагогической деятельности. Хорошее знание в предметной области является лишь одним из аспектов реализации методики обучения в рамках компетентного подхода.

Объектами познания (ОП) педагогических технологий (ПТ) в процессе обучения являются технические устройства (ТУ) и системы в рамках «Проблем устойчивого развития», «Безопасности школьной среды» и «Энергоэффективности». ПП не занимается ТУ, но формирует методы их исследования.

ОП ПП – это обучение и воспитание учащихся непосредственно обучением разных школьных дисциплин.

Предметом рассмотрения ПП является деятельность учителя как методиста при обучении и воспитании учащихся. Другими словами, ПП дает возможность объединить знания в предметной области и процесс обучения.

ПП дает возможность студенту применить теоретические и практические навыки в ПД. При ее прохождении изучается методика теоретического исследования, также набирается опыт реализации учебного процесса в школе, т.е. в образовательном учреждении.

Исключительной особенностью ПП является процесс становления СП как будущего педагога, когда он учится работать с материалом предметной области, приемами и методами формирования компетентностно-развитой личности учащегося.

Программа ПП разработана на кафедре прикладной информатики (ПИ) на основе

Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО), где получают дипломы будущие учителя. Также учитываются рабочие учебные планы по специальностям т.е. по направлениям подготовки и содержания читаемых дисциплин. Далее рассматривается на учебно-методическом совете факультета и утверждается первым проректором.

Обучающиеся студенты, работающие по своим направлениям подготовки, имеют возможность проходить ПП, а также преддипломную практику там, где работают, представив необходимые документы для отчетности. Если студенты работают не по своим направлениям подготовки или вообще не работают, то проходят практику согласно положению в школах, с которыми были заключены договоры между школой и вузом для прохождения ПП.

Во время ПП студент должен:

- показать себя как начинающий учитель;
- показать высокие моральные ценности;
- активно участвовать в общественной жизнедеятельности школы;
- быть примером для учащихся в плане дисциплины и трудолюбия.

В процессе ПП практикант должен:

- показать свои профессиональные качества;
- показать педагогическую культуру.

СП должен подчиняться внутреннему распорядку школы, в которой проходит практику, в соответствии с Уставом учреждения, а также выполнять поручения администрации учебно-воспитательного учреждения и руководителя практики.

СП может обратиться к руководителям практики, а также учебно-воспитательного учреждения при возникновении вопросов и предложений по улучшению организации и прохождению ПП, участвовать в педсовете, конференциях, семинарах, пользоваться библиотекой, пособиями в методическом кабинете [1].

Практика в основной части образовательной программы бакалавриата – это обязательная составляющая обучения, которая непосредственно ориентирована на профессиональную и практическую подготовку студентов.

ПП начинается со второго курса. При формировании рабочего графика в расписании учебного процесса на практику отводится один день каждой недели, который обозначается как «Школьный день». Основная задача второкурсников во время «Школьного дня» – ознакомление с учебным процессом в общеобразовательных школах, организация внеклассных занятий, получение базовых практических навыков.

В рамках «Школьного дня» ученики знакомятся с воспитательной работой школы, участвуют в обучающих семинарах, праздниках, беседах, конференциях, проводят дополнительные и индивидуальные занятия с учениками, помогают учителю-предметнику и классному руководителю.

Во время базовой профильной практики студенты третьего курса изучают методы организации учебно-воспитательной работы на уроках, знакомятся с методами и содержанием общественной работы, учатся работать в предметных кабинетах, проводить учебно-воспитательные и внеклассные занятия, а также кружки по предмету и приобретают необходимые навыки индивидуального подхода к учащимся и всему классу [2].

По результатам профильной базовой практики студенту предлагается представить заключение руководителя практики и отчет, по ее результатам СП получают соответствующие оценки.

Студент проходит профильную педагогическую практику как учитель средних и старших классов. Содержание профильной педагогической практики должно соответствовать подготавливаемому профилю.

Профильная педагогическая практика должна включать в себя учебно-познавательную практику. Основа учебно-познавательной практики – административная управленческая организация. По итогам студент предоставляет отчет о своей работе и отзыв руководителя практики. По результатам практики получают соответствующую оценку [3].

Научно-исследовательский проект (квалификационная работа) студента может быть частью педагогической практики:

- изучение отечественных и зарубежных достижений в области науки и образования, научно-педагогической литературы и другой специализированной информации в области актуальных знаний;
- участие в разработке проектов или исследованиях;
- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-педагогической информации по теме (задаче);
- подготовка отчетов по теме или разделу;
- презентации на конференциях.

Конкретные виды практики в вузе определяются основной образовательной программой. Цель и задачи, программа и форма отчетности по каждому виду практики определяются вузом.

По итогам «Школьного дня» практикант пишет проект, а в конце года сдает бумажный отчет – портфолио (портфолио с французского языка «porter» означает «рассказывать, вести», а «folio» – «страница»). Русско-английский словарь трактует

портфолио как портфель. В терминологии бизнеса и менеджмента портфолио используется как портфель ценных бумаг. В словаре русского языка портфолио определяется как «собрание образцов фотографий, работ, собранных на кейсе или веб-сайте, предоставляющее информацию о товарах и услугах, предлагаемых учреждением или стороной для хранения документов») [4]. Это портфолио должно включать следующие документы: характеристика с места прохождения практики (с печатью), план воспитательной работы (в том числе на две темы с анализом методиста, классного руководителя), поурочный план урока по профилю (включая анализ методиста, классного руководителя), характеристика на ученика, фотоотчет с методистом, классным руководителем и руководителем практики.

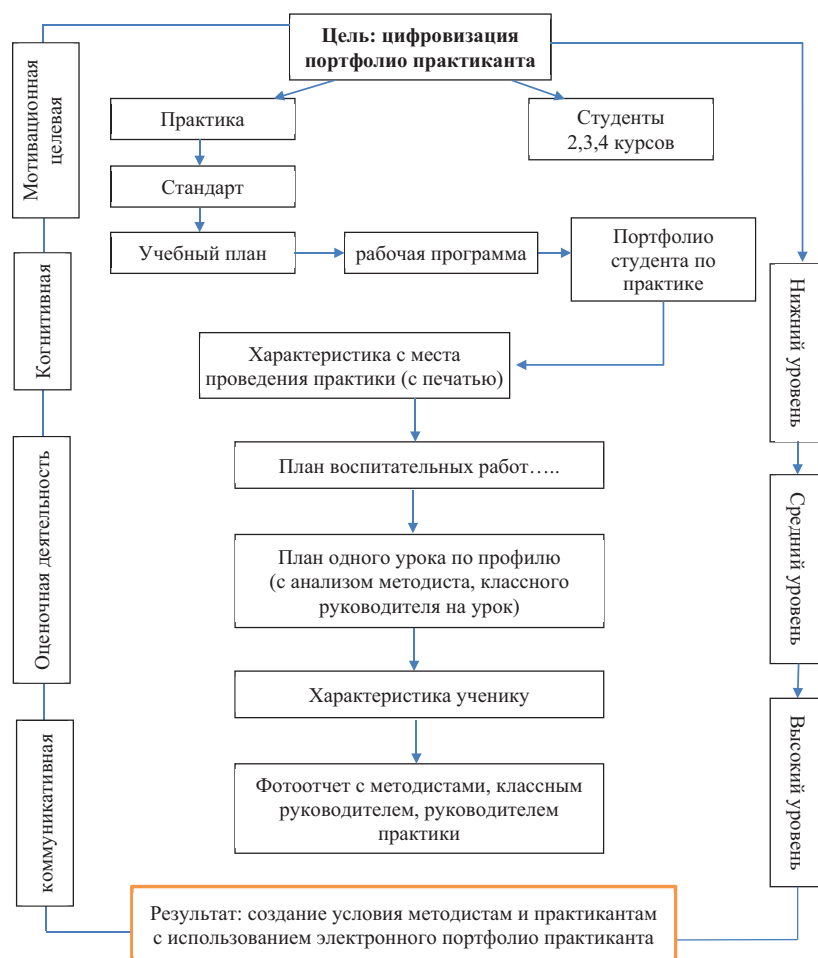
Портфолио практиканта можно рассматривать, с одной стороны, как технологию, а с другой – как продукт. Здесь мы остановились на первой из этих позиций.

В данной статье под портфолио практиканта мы понимаем, с одной стороны, продукт, представляющий результаты и достижения студента на практике, с другой стороны, индивидуально подобранный набор студенческих материалов, описывающих степень планирование и анализ деятельности студентов в педагогической практике [5]. Мы предлагаем следующую модель электронной версии портфолио (рисунок).

Мы рассматривали портфолио как технологию оценки результатов педагогической практики студентов.

Поскольку мы проходим аккредитацию каждые пять лет, очень сложно сохранить бумажные портфолио такого количества студентов, и второе преимущество заключается в том, что переход от бумажного к электронному формату позволит методистам, руководителям практики легко сохранять и проверять данные в портфолио. Студенты будут загружать документы, входящие в вышеуказанное портфолио, в разделе педагогической практики портала AVN. Для методиста и студента это облегчит задачу, когда студенты разместят свои работы на портал своевременно, не дожидаясь очереди к методисту.

Вышеуказанная структура относится к студентам дневной формы обучения. Однако, поскольку большинство студентов дистанционного обучения работают по своей профессии, им необходимо будет загрузить копию трудовой книжки, справку с места работы занятости на портал AVN. Студенты дневной формы обучения должны будут разместить все документы, указанные в модели о практике на портал AVN и отправить дневник практики в электронном виде.



Модель электронного портфолио студента-практиканта в системе AVN

Сейчас мы даем студентам дневного отделения дневники, которые заполняются от руки ежедневно, в будущем они смогут заполнить его в электронном виде и также загружать на портал AVN.

Заключение

Итак, в этой статье мы предложили модель электронного портфолио практиканта. Реализация предложенной нами модели способствовала бы быстрому доступу ко всем данным практиканта методистами и руководителями педагогической практики, также уменьшило бы бумажную волокиту ведения портфолио.

Предложенная модель портфолио облегчила бы работу не только студентов и методистов ПП, но и работу учебных частей факультета и университета.

Предложенная модель ведения электронного портфолио может быть использована, с некоторыми видоизменениями, другими видами прохождения практики, например производственной и т.д.

Список литературы

1. Положение о педагогической практике КГУ им. Арабаева 28 октября 2016 г № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://arabaev.kg/adminka/upload/files/%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%96%D0%95%D0%9D%D0%98%D0%95%20%D0%BE%20%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5.pdf> (дата обращения: 19.04.2022).
2. Сыдыкова М.Б. Формирование профессиональных компетенций студентов бакалавров средствами информационных технологий // Менеджмент в образовании. Высшая школа Казахстана. 2012. № 4 (67). С. 99–104.
3. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования № 1179/1 15.09.2015 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/200082> (дата обращения: 19.04.2022).
4. Султанбаева Г.С., Барганалиева Ж.К. Формирование исследовательских компетенций с использованием интерфейсов среды AVN и образовательного портфолио // Вестник НГУ им. С. Нааматова. 2016. С. 200–201.
5. Сыдыкова М.Б. Основы формирования компетентности студентов в самостоятельной работе по курсу математика // Международный научный журнал «Инновационная наука». Уфа, 2016. № 5. С. 172–176.

УДК 519.213:519.23

**ОБ ОЦЕНИВАНИИ ПАРАМЕТРОВ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ****Тимофеев В.С., Исаева Е.В.***ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск,
e-mail: v.timofeev@corp.nstu.ru, isaeva@corp.nstu.ru*

В работе рассматривается применение вейвлет-анализа при оценивании неизвестных параметров регрессионных моделей с помощью метода максимального правдоподобия. На сегодняшний день вейвлет-анализ широко используется для аппроксимации различных функций, в том числе и для восстановления функции плотности распределения. Таким образом, использование различных материнских вейвлетов дает хороший результат при оценивании параметров регрессионных зависимостей за счет возможности адаптироваться как к известным теоретическим распределениям, так и к различным распределениям, возникающим при статистической обработке данных. В качестве базисных вейвлетов в работе были рассмотрены вейвлет LITTLEWOOD & PALEY, вейвлет Морле, DOG вейвлет и вейвлет «Мексиканская шляпа». На основе данных материнских вейвлетов были построены функции правдоподобия и получены их логарифмические представления. Опираясь на теорию вейвлет-анализа, предложили универсальный алгоритм для оценивания параметров регрессионных моделей, обеспечивающих получение качественных результатов для большого числа реальных задач, в том числе при отсутствии известных предположений о свойствах случайной компоненты. Достаточная серия вычислительных экспериментов позволила сделать вывод о качестве получаемых оценок неизвестных параметров регрессионных моделей, при различных условиях формирования выборки. Отмечено влияние объема выборки на точность оценивания параметров регрессионных моделей. Установлено, что увеличение объема исходных данных дает существенное преимущество. Сравнение точности предложенного алгоритма с методом наименьших квадратов и методом полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения позволило сделать вывод о целесообразности применения вейвлет-анализа при оценивании неизвестных параметров регрессионных моделей.

Ключевые слова: уравнение регрессии, метод максимального правдоподобия, функция плотности распределения, оценка функции плотности распределения, оценивание параметров, вейвлет-анализ, вейвлет-оценка, вейвлет Морле, DOG вейвлет, вейвлет LITTLEWOOD & PALEY, вейвлет «Мексиканская шляпа»

**ON ESTIMATION OF PARAMETERS OF REGRESSION MODELS
WITH THE USE OF WAVELETS****Timofeev V.S., Isaeva E.V.***Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk,
e-mail: v.timofeev@corp.nstu.ru, isaeva@corp.nstu.ru*

This paper considers the use of wavelet analysis in estimating unknown parameters of regression models using the maximum likelihood method. To date, wavelet analysis is widely used to approximate various functions, including the restoration of the distribution density function. Thus, the use of different mother wavelets gives a good result in estimating the parameters of regression dependencies due to the ability to adapt both to known theoretical distributions and to various distributions that arise during statistical data processing. As basic wavelets, the LITTLEWOOD & PALEY wavelet, the Morlet wavelet, the DOG wavelet, and the «Mexican hat» wavelet were considered in the work. On the basis of these mother wavelets, the likelihood functions were constructed and their logarithmic representations were obtained. Based on the theory of wavelet analysis, a universal algorithm was proposed for estimating the parameters of regression models that provide high-quality results for a large number of real problems, including in the absence of known assumptions about the properties of a random component. A sufficient series of computational experiments made it possible to draw a conclusion about the quality of the obtained estimates of the unknown parameters of the regression models, under various conditions of sampling. The influence of the sample size on the accuracy of estimating the parameters of regression models is noted. It has been established that an increase in the volume of initial data provides a significant advantage. Comparison of the accuracy of the proposed algorithm with the least squares method and the classical adaptive method led to the conclusion that it is expedient to use wavelet analysis when estimating unknown parameters of regression models.

Keywords: regression equation, maximum likelihood method, distribution density function, estimation of distribution density function, parameter estimation, wavelet analysis, wavelet estimation, Morlet wavelet, DOG wavelet, Littlewood Paley wavelet, «Mexican Hat» wavelet

Методы теоретической и прикладной статистики данных нашли широкое применение в различных сферах, среди которых можно выделить оптимизацию сложных технологических процессов, сертификацию технических систем и изделий, геофизические исследования грунтовых оснований для получения информации о распростра-

нении талых зон на вечномёрзлых грунтах с целью обеспечения устойчивости зданий и сооружений. Возникающие в реальной жизни задачи нередко заставляют исследователя сталкиваться с необходимостью поиска зависимости между входными данными, задающими условия функционирования, и выходными данными, которые

характеризуют изучаемый объект. Решение таких задач может быть выполнено путем построения регрессионных моделей, и один из этапов состоит в оценивании неизвестных параметров. Такой подход позволяет не просто восстановить исходную зависимость, но и выполнять прогнозирование поведения изучаемого объекта.

Классические методы оценивания неизвестных параметров регрессионных зависимостей позволяют получать достаточно корректные и качественные результаты только при условии, что имеются достоверные предположения о свойствах случайной компоненты [1]. Одним из таких способов определения неизвестных оценок является метод максимального правдоподобия. Применение данного метода возможно при условии, что имеется достоверная информация о виде распределения случайных ошибок наблюдения [1]. Предположение о нормальности распределения ошибок наблюдения позволяет применить метод наименьших квадратов и тем самым упростить поиск оценок. Но на практике в большинстве случаев распределение случайной ошибки нельзя считать нормальным. В связи с этим целью данной работы является разработка универсального адаптивного алгоритма оценивания параметров регрессионных моделей, позволяющего получать корректные результаты во многих практически реализуемых задачах. Предложенный авторами подход основан на вейвлет-анализе [2, 3], который широко используется для аппроксимации различных функций [4, 5]. Применение различных материнских вейвлетов позволило создать целый ряд новых адаптивных алгоритмов оценивания параметров регрессионных зависимостей, обеспечивающих получение качественных результатов для большого числа реальных ситуаций, в том числе при отсутствии известных предположений о свойствах случайной компоненты.

Постановка задачи и основные предположения

Пусть регрессионное уравнение принимает вид

$$y = X\theta + \varepsilon, \quad (1)$$

где $X = \begin{bmatrix} \varphi_1(x_{11}) & \dots & \varphi_q(x_{1q}) \\ \dots & \dots & \dots \\ \varphi_1(x_{n1}) & \dots & \varphi_q(x_{nq}) \end{bmatrix}$ – матрица

значений функций регрессионной модели, $rg(X) = q$; $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q)^T$ – оцениваемые неизвестные параметры модели;

$\varphi_i(x)$ – известные вещественные функции; x_{ij} – значения входных факторов в n наблюдениях; $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ – вектор значений отклика; $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)^T$ – вектор независимых случайных ошибок, q – число неизвестных параметров; n – число проведенных экспериментов.

Считаем, что вектор ошибок наблюдений ε_i состоит из независимых одинаково распределенных случайных величин с функцией плотности $h(t)$, для которых выполняется

$$E(\varepsilon_i) = 0, D(\varepsilon_i) = \sigma^2 < \infty.$$

Требуется, по имеющимся значениям отклика и входных данных, выполнить наиболее точное оценивание вектора неизвестных параметров регрессионного уравнения (1).

Оценка функции плотности распределения с помощью вейвлет-анализа

Пусть на произвольном отрезке $[c, d]$ задана выборка $\{x_j | j = \overline{1, n}\}$, состоящая из независимых значений случайной величины

ξ , причем $\begin{cases} c = \min x_j \\ d = \max x_j \end{cases}$. Закон и функция

плотности распределения $h(t)$ случайной величины ξ считаются неизвестными. Тогда согласно [4, 5] оценка функции плотности $\hat{h}_n(t)$ случайной величины ξ может быть представлена в виде ряда

$$\hat{h}_n(t) = \sum_{i=1}^N \hat{c}_i \psi_i(t), \quad (2)$$

где N – параметр сглаживания (число членов ряда), $\hat{c}_i$ – коэффициенты разложения по ортонормированным базисным функциям $\psi_i(t)$, выражающиеся в следующем виде:

$$\hat{c}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \psi_i(x_j). \quad (3)$$

Принимая во внимание соотношение (3), запишем выражение для $\hat{h}_n(t)$:

$$\hat{h}_n(t) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W_N(t, x_j), \quad (4)$$

где $W_N(t, x_j) = \sum_{i=1}^N \psi_i(t) \psi_i(x_j)$.

Согласно [4, 5] ортонормированная система функций $\psi_i(t)$ определена на $[0, 1]$ и выражается соотношением

$$\psi_i(t) = 2^{k/2} \psi(2^k t - (j-1)), \quad (5)$$

где $k \geq 0$, $1 \leq j \leq 2^k$, $i = 2^k + j$, $\psi_i(t)$ – материнский вейвлет [4, 5]. Выражение (5) вы-

полняется, если $i > 1$. В случае $i = 1$ получаем, что $\psi_1(t) = \begin{cases} 1, & t \in [0, 1] \\ 0, & t \notin [0, 1] \end{cases}$.

В таблице представлены примеры различных материнских вейвлетов.

Примеры материнских вейвлетов

Вейвлет-функция	Аналитическая запись
«Мексиканская шляпа»	$\psi(t) = (1 - t^2)e^{-t^2/2}$
DOG-вейвлет	$\psi(t) = e^{-t^2/2} - \frac{1}{2}e^{-t^2/8}$
LITTLEWOOD & PALEY	$\psi(t) = \frac{\sin(2\pi t) - \sin(\pi t)}{\pi t}$
Морле	$\psi(t) = e^{-t^2/2} \cos 5t$

Отметим, что необходимо перейти от ортонормированной на $[0, 1]$ системы базисных функций $\psi_i(t)$ к системе функций $\tilde{\psi}_i(t)$ ортонормированной на отрезке, который совпадает с областью определения случайной величины ζ . Переход от системы $\psi_i(t)$ к системе $\tilde{\psi}_i(t)$ согласно [6, 7] выполняется с помощью следующего соотношения:

$$\tilde{\psi}_i(t) = \frac{1}{\sqrt{d-c}} \psi_i\left(\frac{t-c}{d-c}\right). \quad (6)$$

Тогда вейвлет-оценка функции плотности $\hat{h}_n(t)$ случайной величины ζ определяется соотношением (4) по ортонормированным базисным функциям $\tilde{\psi}_i(t)$.

Ранее авторами было исследовано качество восстановления функции плотности распределения на основе базисных вейвлетов, приведенных в таблице. С некоторыми результатами исследования можно познакомиться в [6–9]. Выводы, сделанные в результате вычислительных экспериментов, позволили предположить возможность применения вейвлет-оценок функции плотности при оценивании неизвестных параметров регрессионных моделей.

Алгоритм оценивания параметров регрессионных моделей

Рассмотрим задачу оценивания параметров регрессионного уравнения (1), для решения которой воспользуемся методом максимального правдоподобия [10]. Будем считать, что уравнение регрессии (1) является истинным. Значения остатков $e_i = y_i - X_i\hat{\theta}$ (X_i – i -я строка матрицы X) являются независимыми случайными величинами с плотностью распределения $h(e_i, \theta)$, что следует из предположения о независимости

случайных ошибок. Тогда логарифмическая функция правдоподобия принимает вид

$$\ln L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}) = \ln \left(\prod_{i=1}^n h(e_i, \hat{\theta}) \right) = \sum_{i=1}^n \ln(h(e_i, \hat{\theta})). \quad (7)$$

Приведем пошаговый алгоритм, который позволит выполнять оценивание параметров регрессионных моделей на основе вейвлетов:

Шаг 1. Определить начальное значение вектора неизвестных параметров $\hat{\theta}^0 = (\hat{\theta}_1^0, \hat{\theta}_2^0, \dots, \hat{\theta}_q^0)^T$ уравнения (1), $l = 0$, где l – номер итерации. В данном алгоритме предполагается использование метода наименьших квадратов [10] для определения начального приближения.

Шаг 2. Вычислить значения остатков $e_i = y_i - X_i\hat{\theta}$ регрессионной зависимости.

Шаг 3. Получить оценку функции плотности распределения с помощью соотношения (4) по ортонормированным базисным функциям (6).

Шаг 4. Определить значение логарифмической функции правдоподобия (7).

Шаг 5. Найти значение оценки вектора неизвестных параметров

$$\hat{\theta}^{l+1} = \arg \max_{\theta} L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}^l).$$

Шаг 6. Итерационный процесс завершается, если $\|\hat{\theta}^{l+1} - \hat{\theta}^l\| < \delta$, где δ – заданная погрешность вычисления. Если же $\|\hat{\theta}^{l+1} - \hat{\theta}^l\| > \delta$, то выполняется переход на шаг 2 при условии $l = l + 1$.

Оценивание параметров регрессионных моделей с использованием вейвлетов

Поиск решения для задачи оценивания параметров регрессионной зависимости (1) может быть выполнен с помощью вычислительной схемы алгоритма, предложенного выше, где логарифмическая функция правдоподобия выражается соотношением (7) с использованием различных материнских вейвлетов, представленных в таблице.

Ранее на основе вейвлета LITTLEWOOD & PALEY (таблица) авторами была получена система функций $\tilde{\psi}_i(t)$ [8], ортонормированная на произвольном отрезке $[c, d]$, которая выражается следующим соотношением:

$$\tilde{\psi}_i(t) = \frac{2^{k/2} (\sin 2\pi\tau - \sin \pi\tau)}{\pi\tau\sqrt{d-c}}, \quad (8)$$

где $\tau = \frac{2^k}{d-c}(t-c) - (j-1)$, а значения i, k, j определяются как в (5).

Вейвлет-оценка функции плотности $\hat{h}_n(t)$ с использованием вейвлета LITTLEWOOD & PALEY определяется разложением (4) по ортонормированным базисным функциям (8). Принимая во внимание (8) и тот факт, что ошибки наблюдений независимы, функцию правдоподобия (7) можно записать в следующем виде:

$$L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}) = \frac{1}{n^n} \prod_{s=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{2^k}{d-c} \cdot \frac{\sin(2\pi\tau_s) - \sin(\pi\tau_s)}{\pi\tau_s} \frac{\sin(2\pi\tau_j) - \sin(\pi\tau_j)}{\pi\tau_j}, \quad (9)$$

где $\tau_s = \frac{2^k}{d-c}(y_s - X_s\hat{\theta} - c) - (j-1)$, $\tau_j = \frac{2^k}{d-c}(y_j - X_j\hat{\theta} - c) - (j-1)$, а i, k, j такие же, как в (5).

Логарифмическое представление (9) выражается соотношением

$$\ln(L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta})) = -n \ln n + \sum_{s=1}^n \ln \left(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{2^k}{d-c} \cdot \frac{\sin(2\pi\tau_s) - \sin(\pi\tau_s)}{\pi\tau_s} \frac{\sin(2\pi\tau_j) - \sin(\pi\tau_j)}{\pi\tau_j} \right). \quad (10)$$

В работе [9] с помощью вейвлета Морле (таблица) авторами была построена система функций $\tilde{\psi}_i(t)$, ортонормированная на произвольном отрезке $[c, d]$, которая представима в виде

$$\tilde{\psi}_i(\tau) = \frac{z}{\sqrt{d-c}} 2^{\frac{k}{2}} e^{-\frac{\tau}{2}} \cos(5\tau), \quad (11)$$

где $\tau = \frac{2^k}{d-c}(t-c) - (j-1)$, а значения i, k, j такие же, как в (5).

Параметр $z = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt[4]{\pi}} (1 + e^{-25})^{-1/2}$ и получен авторами в работе [8].

Соотношение (4), где базисные функции определяются выражением (11), является оценкой функции плотности $\hat{h}_n(t)$ случайной величины на основе вейвлета Морле. Тогда используя ортонормированную систему (11) и учитывая, что ошибки наблюдений независимы, функцию правдоподобия (7) можно записать в следующем виде:

$$L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}) = \frac{1}{n^n} \prod_{s=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} \cos(5\tau_s) e^{\frac{-\tau_j^2}{2}} \cos(5\tau_j), \quad (12)$$

где $\tau_s = \frac{2^k}{d-c}(y_s - X_s\hat{\theta} - c) - (j-1)$, $\tau_j = \frac{2^k}{d-c}(y_j - X_j\hat{\theta} - c) - (j-1)$, а i, k, j такие же, как в (5), а z из (11).

Логарифмическое представление (12) выражается соотношением

$$\ln(L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta})) = -n \ln n + \sum_{s=1}^n \ln \left(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} \cos(5\tau_s) e^{\frac{-\tau_j^2}{2}} \cos(5\tau_j) \right). \quad (13)$$

Ортонормированная система функций $\tilde{\psi}_i(t)$ на произвольном отрезке $[c, d]$ с использованием DOG вейвлета (таблица) получена авторами ранее в работе [7] и выражается соотношением

$$\tilde{\psi}_i(t) = \frac{z}{\sqrt{d-c}} 2^{k/2} \left(e^{-\tau^2/2} - \frac{1}{2} e^{-\tau^2/8} \right), \quad (14)$$

где $\tau = \frac{2^k}{d-c}(t-c) - (j-1)$, а значения i, k, j такие же, как в (5).

Значение параметра получено авторами в работе [6] и определяется соотношением

$$z = \left(\frac{\sqrt{\pi}}{n} (2 - \sqrt{2}) \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N 2^{-k/2} \tilde{\psi}_i(x_j) \right)^{-1/2}. \quad (15)$$

Вейвлет-оценка функции плотности $\hat{h}_n(t)$ с использованием DOG вейвлета выражается разложением (4) по ортонормированным базисным функциям (14). Функция правдоподобия (7) на основе DOG вейвлета принимает вид

$$L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}) = \frac{1}{n^n} \prod_{s=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} \left(e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} - \frac{1}{2} e^{\frac{-\tau_s^2}{8}} \right) \left(e^{\frac{-\tau_j^2}{2}} - \frac{1}{2} e^{\frac{-\tau_j^2}{8}} \right), \quad (16)$$

где $\tau_s = \frac{2^k}{d-c} (y_s - X_s \hat{\theta} - c) - (j-1)$, $\tau_j = \frac{2^k}{d-c} (y_j - X_j \hat{\theta} - c) - (j-1)$, а i, k, j такие же, как в (5).

Логарифмическое представление (16) выражается соотношением

$$\ln(L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta})) = -n \ln n + \sum_{s=1}^n \ln \left(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} \left(e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} - \frac{1}{2} e^{\frac{-\tau_s^2}{8}} \right) \left(e^{\frac{-\tau_j^2}{2}} - \frac{1}{2} e^{\frac{-\tau_j^2}{8}} \right) \right). \quad (17)$$

Ортонормированная система функций $\tilde{\psi}_i(t)$ на произвольном отрезке $[c, d]$ с использованием вейвлета «Мексиканская шляпа» (таблица) была получена авторами в работе [6] и выражается соотношением

$$\tilde{\psi}_i(\tau) = \frac{z}{\sqrt{d-c}} 2^{k/2} (1 - \tau^2) e^{-\tau^2/2}, \quad (18)$$

где $\tau = \frac{2^k}{d-c} (t - c) - (j-1)$, а значения i, k, j определяются как в (5). Значение параметра z выражается соотношением (15).

Разложение (4) по ортонормированным базисным функциям (18) определяет вейвлет-оценку функции плотности $\hat{h}_n(t)$ случайной величины с помощью вейвлета «Мексиканская шляпа». Функция правдоподобия (7), построенная с учетом соотношения (18) и того, что ошибки наблюдений независимы, принимает вид

$$L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta}) = \frac{1}{n^n} \prod_{s=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} (1 - \tau_s^2) e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} (1 - \tau_j^2) e^{\frac{-\tau_j^2}{2}}, \quad (19)$$

где $\tau_s = \frac{2^k}{d-c} (y_s - X_s \hat{\theta} - c) - (j-1)$, $\tau_j = \frac{2^k}{d-c} (y_j - X_j \hat{\theta} - c) - (j-1)$, а i, k, j такие же, как в (5), z из (15).

Логарифмическое представление (19) выражается соотношением

$$\ln(L(e_1, \dots, e_n, \hat{\theta})) = -n \ln n + \sum_{s=1}^n \ln \left(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{z^2 2^k}{d-c} (1 - \tau_s^2) e^{\frac{-\tau_s^2}{2}} (1 - \tau_j^2) e^{\frac{-\tau_j^2}{2}} \right). \quad (20)$$

Покажем, что представленная вычислительная схема алгоритма оценивания параметров регрессионных моделей, где логарифмическая функция правдоподобия выражается одним из предложенных выше соотношений, соответствующих различным вейвлетам, обеспечивает получение качественных результатов при различных условиях.

Результаты вычислительных экспериментов

Исследуем предложенный выше алгоритм оценивания неизвестных параметров θ регрессионной зависимости (1) на основе различных материнских вейвлетов с помощью методов статистического моделирования. Рассмотрим регрессионную зависимость, выражающуюся в следующем виде:

$$y = \theta_1 + \theta_2 x + \theta_3 x^2 + \varepsilon. \quad (21)$$

Отметим, что значения входных факторов x_{ij} регрессионного уравнения (21) определялись из отрезка $[-4, 4]$, количество неизвестных параметров равно 3, а их истинные значения: $\theta_1 = 4$, $\theta_2 = -9$, $\theta_3 = 2$. Значения вектора ошибок наблюдений ε_j моделировались независимыми с функцией распределения вида

$$F(x) = (1 - \mu)F_1(x, m_1, \sigma_1) + \mu F_2(x, m_2, \sigma_2), \quad (22)$$

где $F_i(x, m_i, \sigma_i)$ – функция нормального распределения с математическим ожиданием m_i и дисперсией σ_i^2 ; $i = 1, 2$, $\mu \in [0, 1]$ – параметр смеси. При выполнении вычислительных экспериментов будем считать $m_1 = m_2 = 0$.

Отметим, что моделирование ошибки выполняется при различной степени отклонения от нормального распределения. Доли наблюдений с дисперсиями σ_1^2 и σ_2^2 в выборке определяются с помощью параметра μ , где при $\mu = 0$ и $\mu = 1$ распределение ошибки будет нормальным. В процессе моделирования предполагалось, что $\sigma_2^2 \geq \sigma_1^2$, а значения дисперсий σ_1^2 и σ_2^2 задавались через значения уровня шума [11], который определяется соотношением

$$\rho = \frac{\delta}{\delta_c} \cdot 100\%, \quad (23)$$

где δ – дисперсия ошибки,

$$\delta_c^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \text{интенсивность сигнала.}$$

Определение точности оценивания параметров выполнялось с помощью L_1 нормы отклонений оценок неизвестных параметров от истинных значений

$$\nu_1 = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^3 \frac{|\theta_j - \hat{\theta}_{ij}|}{|\theta_j|}, \quad (24)$$

где R – число выполненных вычислительных экспериментов, $\hat{\theta}_{ij}$ – оценка j -го параметра регрессионной зависимости (21) в i -ом вычислительном эксперименте.

Количество вычислительных экспериментов для различных комбинаций μ и ρ варьировалось от 100 до 500. Варьирование значения параметра смеси μ в диапазоне от 0 до 0,5 с шагом 0,05 позволило исследовать точность оценивания неизвестных параметров уравнения (21) при разной степени отклонения распределения случайной ошибки от нормального распределения. Моделирование исходных данных выполнялось в соответствии с регрессионной зависимостью (21), а оценивание неизвестных параметров этой модели разработанным алгоритмом на основе различных материнских вейвлетов. Кроме того, вычисление оценок выполнялось методом наименьших квадратов и методом полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения [12]. Точность оценивания определялась значением показателя ν_1 .

Результаты исследования точности оценивания неизвестных параметров уравнения (21) представлены на рис. 1 для объема выборки 200 и на рис. 2 для объема выборки 500, при фиксированном уровне шума $\rho_1 = 10\%$ и $\rho_2 = 100\%$. Вычисление нормы отклонения ν_1 проводилось с усреднением по 100 вычислительным экспериментам.

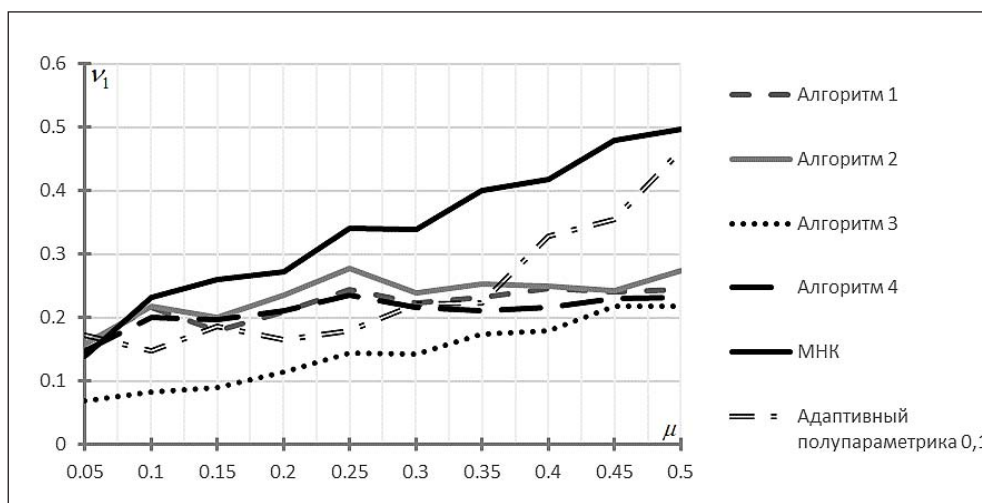


Рис. 1. Значение нормы отклонений в зависимости от μ , объем выборки – 200

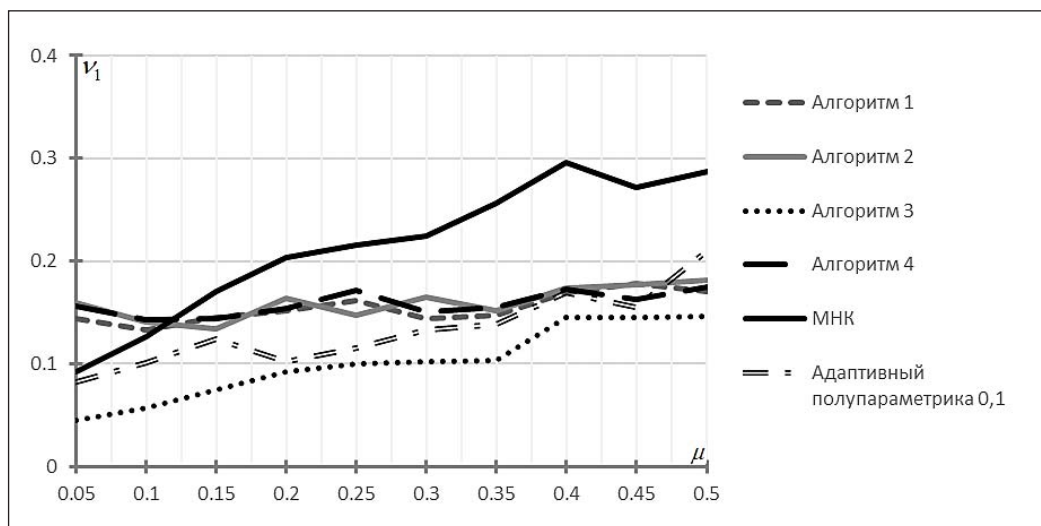


Рис. 2. Значение нормы отклонений в зависимости от μ , объем выборки – 500

Для удобства обозначим адаптивный алгоритм на основе вейвлета LITTLEWOOD & PALEY как алгоритм 1, где наилучшее значение параметра сглаживания установлено в [8] и равно $N = 5$; адаптивный алгоритм на основе вейвлета Морле – как алгоритм 2, где наилучшее значение параметра сглаживания установлено в [9] и равно $N = 10$; адаптивный алгоритм на основе вейвлета DOG – как алгоритм 3, где наилучшее значение параметра сглаживания установлено в [7] и равно $N = 34$; адаптивный алгоритм на основе вейвлета «Мексиканская шляпа» – как алгоритм 4, где наилучшее значение параметра сглаживания установлено в [6] и равно $N = 8$.

Из рис. 1 и 2 видно, что при значениях $\mu \in [0.05, 0.1]$, алгоритмы 1, 2, 4, оценивания неизвестных параметров регрессионной зависимости, основанные на вейвлет-анализе, имеют не очень высокую точность, несколько уступая методу наименьших квадратов и методу полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. При $\mu = 0.05$ и объеме выборки 500 значение показателя v_1 , полученное в результате применения метода наименьших квадратов, на 40% меньше значений v_1 , полученных при использовании алгоритмов 2 и 4, и на 36% меньше значения v_1 , полученного при использовании алгоритма 1. Аналогичный результат при $\mu = 0.05$ и объеме выборки 500 наблюдается для значения v_1 , полученного при использовании метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения, 47% и 42% со-

ответственно. Отметим, что для выборки объемом 200 при $\mu = 0.05$ значение показателей v_1 , полученных в результате применения метода наименьших квадратов и метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения, меньше значений v_1 , полученных при использовании алгоритмов 1, 2 и 4 (рис. 1). С ростом значений μ , то есть с ростом числа грубых ошибок наблюдений в исходных данных, алгоритмы на основе вейвлетов дают более точную оценку параметров регрессионной модели в сравнении с методом наименьших квадратов и методом полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. При $\mu = 0.5$ и объеме выборки 500 нормы отклонений v_1 , полученные при использовании алгоритмов 1 и 4, меньше на 43% нормы отклонения v_1 , полученной при оценивании параметров методом наименьших квадратов, и на 24% меньше нормы отклонения v_1 , полученной при применении метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. Значение нормы отклонения v_1 при $\mu = 0.5$, объеме выборки 500 и использовании алгоритма 2 на 39% меньше значения v_1 , полученного при оценивании параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов, и на 19% меньше нормы отклонения v_1 , полученной при применении метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. Для выборки объемом 200 при $\mu = 0.5$ значение показателей

v_1 , полученных при использовании алгоритмов 1, 2 и 4 меньше значений v_1 , полученных в результате применения метода наименьших квадратов и метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения (рис. 1). Наилучшее качество оценивания неизвестных параметров уравнения (21) получается в результате использования в алгоритме в качестве базисного вейвлета DOG вейвлета (алгоритм 1), причем как при малых значениях параметра μ , так и близким к 0.5. При $\mu = 0.05$ и объеме выборки 500 значение показателя v_1 , полученного при использовании алгоритма 3, на 44 % меньше значения v_1 , полученного при оценивании параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов, и на 38 % меньше нормы отклонения v_1 , полученной при применении метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. При $\mu = 0.5$ и объеме выборки 500 значение показателя v_1 , полученного при использовании алгоритма 3, на 46 % меньше значения v_1 , полученного при оценивании параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов, и на 29 % меньше нормы отклонения v_1 , полученной при применении метода полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения. Отметим, что для выборки объемом 200 при $\mu = 0.05$ и при $\mu = 0.5$ алгоритм 1 имеет более высокую точность по сравнению с методом наименьших квадратов и методом полупараметрического восстановления функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения (рис. 1). Таким образом, алгоритмы оценивания, основанные на таких материнских вейвлетах, как Морле, LITTLEWOOD&PALEY, DOG и «Мексиканская шляпа», показывают хорошую точность оценивания как для выборок с объемом, равным 200, так для выборки, объем которой равен 500.

В данной статье рассмотрено применение вейвлет-анализа при оценивании неизвестных параметров регрессионных моделей с помощью метода максимального правдопо-

добия. Предложены алгоритмы оценивания неизвестных параметров θ регрессионной зависимости, основанные на различных материнских вейвлетах. Для каждого базового вейвлета получено выражение логарифмической функции правдоподобия. Установлено, что такой подход дает ряд преимуществ при отсутствии известных предположений о свойствах случайной компоненты. Результаты численного моделирования подтвердили возможность применения теории вейвлетов для оценивания неизвестных параметров регрессионных моделей.

Список литературы

1. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика. М.: КД Либроком, 2019. 352 с.
2. Hari Krishan Malhotra, Lalit Kumar Vashisht. On scaling functions of non-uniform multiresolution analysis in L2(R). International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing. 2020. Vol. 18. No. 02. 14 p.
3. Emmanuel de Dieu Nkou, Guy Martial Nkiet Wavelet-based estimation in a semiparametric regression model. International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing. 2021. 30 p.
4. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2001. 464 с.
5. Чуи К. Введение в вейвлеты. М.: Мир, 2001. 412 с.
6. Тимофеев В.С., Исаева Е.В. Об оценивании функции плотности распределения случайной величины с использованием вейвлетов // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2019. № 4 (77). С. 71–84.
7. Timofeev V.S., Isaeva E.V. Estimating the distribution density function using a DOG wavelet. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1661. 6 p.
8. Тимофеев В.С., Исаева Е.В., Малышкина Е.Д., Слободчикова А.Э. Оценивание функции плотности распределения с использованием вейвлета Литтлвуда – Пэли [Электронный ресурс] // Обработка информации и математическое моделирование: материалы Российской научно-технической конференции. 2020. С. 165–170.
9. Исаева Е.В. Оценивание функции плотности распределения с использованием вейвлета Морле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 2. С. 22–27.
10. Дрейпер Н.Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.
11. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. Киев: Наукова думка, 1985. 216 с.
12. Денисов В.И., Тимофеев В.С., Хайленко Е.А. Полупараметрическое восстановление функции плотности на основе обобщенного лямбда-распределения в задаче идентификации регрессионных моделей // Сибирский журнал индустриальной математики. 2014. Т. 17. № 3. С. 71–77.

УДК 004.41

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И АЛГОРИТМА БЕСПРОВОДНОГО, ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЦИЕНТА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19

¹Фейламазова С.А., ²Абдуразакова З.Ш., ²Муртазалиева А.А.¹Дагестанский государственный технический университет, Махачкала,
e-mail: konspirator13@mail.ru;²Дагестанский государственный университет, Махачкала,
e-mail: zemab55@mail.ru, murtuzalieva_aa@mail.ru

В период роста коронавирусной инфекции постоянное общение больного и врача является фактором риска. Разрабатываемое нами устройство позволит, удаленно проводить измерения жизненно важных показателей пациента, таких как сатурация, пульс и температура. Для передачи данных на расстояние используем радиоканал на частоте 2,4 ГГц. Измеряемые параметры будут отображаться на индикаторе, находящемся в палате пациента, и на мониторе персонального компьютера в кабинете врача. Пациенту достаточно приложить палец к датчику модели MAX30100, подключенному к аналоговым входам микроконтроллера платы Arduino Uno, чтобы получить значения сатурации, пульса и температуры на индикаторе. Модуль приемника в кабинете врача подключен к персональному компьютеру, на котором установлено пользовательское приложение, с помощью которого врач может добавлять, удалять пациентов, а также просматривать жизненно важные показатели. Разрабатываемое устройство может найти применение в лечебно-профилактических учреждениях, стационарах, а также для домашнего использования. Все данные записываются в два файла на компьютере. В одном файле находятся данные, записываемые непрерывно, в другом файле записываются данные, зафиксированные в определенное время, например три раза в день. Первый вариант записи можно использовать для тяжелобольных, второй для больных средней тяжести. Существующие аналоги не используют беспроводную передачу данных, и врач находится в непосредственной близости с пациентом при проведении измерения. Разрабатываемое устройство позволит сократить время пребывания врача в палате с больными коронавирусной инфекцией.

Ключевые слова: сатурация, пульс, температура, радиоканал, модуль приемника и передатчика

DEVELOPMENT OF A DEVICE AND ALGORITHM FOR WIRELESS, REMOTE RECORDING OF A PATIENT'S VITAL INDICATORS UNDER THE DISTRIBUTION OF CORONAVIRUS INFECTION COVID-19

Feylamazova S.A., Abdurazakova Z.Sh., Murtuzalieva A.A.

Dagestan State Technical University, Makhachkala, e-mail: konspirator13@mail.ru;Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: zemab55@mail.ru, murtuzalieva_aa@mail.ru

During the period of growth of coronavirus infection, constant communication between the patient and the doctor is a risk factor. The device we are developing will allow you to remotely measure the patient's vital signs, such as saturation, pulse and temperature. To transmit data over a distance, we use a radio channel at a frequency of 2.4 GHz. The measured parameters will be displayed on the indicator located in the patient's room and on the PC monitor in the doctor's office. The patient just needs to put his finger on the MAX30100 sensor connected to the analog inputs of the microcontroller of the Arduino Uno board to get the values of saturation, pulse and temperature on the indicator. The receiver module in the doctor's office is connected to a personal computer that has a custom application that the doctor can use to add, remove patients, and view vital signs. The device under development can be used in medical institutions, hospitals, as well as for home use. All data is recorded in two files on the computer. One file contains data recorded continuously, the other file contains data recorded at a specific time, for example, three times a day. The first recording option can be used for seriously ill patients, the second for moderately severe patients. Existing analogues do not use wireless data transmission, and the doctor is in close proximity to the patient when taking the measurement. The device being developed will reduce the time of the doctor's stay in the ward with patients with coronavirus infection.

Keywords: saturation, pulse, temperature, radio channel, receiver and transmitter module

В условиях роста заболеваемости COVID-19 дистанционный мониторинг состояния больного приобретает все большее значение, так как частый контакт с больным весьма опасен. Разрабатываемое устройство позволит бесконтактно делать измерение жизненно важных показателей организма, таких как сатурация, пульс, температура. Постоянный, периодический

контроль пациента может позволить вовремя оказать ему необходимую медицинскую помощь.

Целью данного исследования является разработка устройства и алгоритма беспроводного, дистанционного съема жизненно важных показателей пациента в условиях распространения коронавирусной инфекции COVID-19.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать алгоритм функционирования устройства, разработать структурную схему, разработать пользовательский интерфейс.

Материалы и методы исследования

Отличительной особенностью разрабатываемого устройства является то, что измеряемые параметры будут отображаться на мониторе персонального компьютера врача, находящегося в удаленном от больного месте. Полученные данные будут отражаться на мониторе компьютера в цифровой форме и в виде графиков. Данные сохраняются в файле и могут обновляться раз в сутки или реже.

В проекте предусмотрено два режима. В первом режиме измерения проводятся непрерывно, во втором режиме три раза в день. При необходимости количество измерений можно увеличить.

Количество подключаемых пациентов в беспроводной системе мониторинга решается технически, выбором микроконтроллера.

В данном проекте использована плата Arduino Uno, в состав которой входит микроконтроллер, к которому подключаем датчики для съема жизненно важных показателей пациента [1]. В качестве датчика, осуществляющего изменения сатурации, пульса и температуры, выбираем модуль MAX30100 [2].

Для приема и передачи данных использован радиомодуль приемопередатчика типа NRF24L01, дальность действия которого

составляет до 100 м, а в помещении 30 м. Этого вполне достаточно, чтобы передавать данные от пациента к врачу без личного контакта. Скорость передачи тоже достаточно высокая, 2 Мбит/с, чувствительность приемника 82 Дб [3]. Модуль работает на частоте 2,4 МГц, что не совсем хорошо с точки зрения помех. Так как данный модуль имеет до 128 каналов с шагом 1 МГц, это дает возможность выбрать канал подключения. Подключение модуля приемопередатчика к плате Arduino Uno можно обеспечить через интерфейс I2C [4]. Питание модуля осуществляется напряжением 3,3 В.

На компьютере будет установлена программа, имеющая дружелюбный интерфейс, позволяющая врачу наблюдать за жизненно важными показателями пациента. В этой программе врач может выбрать палату и фамилию наблюдаемого пациента.

На следующем шаге приведем структурную схему устройства, для этого необходимо определить, из каких блоков оно будет состоять.

Разрабатываемое устройство будет состоять из двух модулей, один из которых работает в режиме передачи данных, а другой – в режиме приема данных. Модуль передатчика устанавливается в палате пациента, модуль приемника – в кабинете врача. Модуль передатчика состоит из микроконтроллера, датчиков съема жизненно важных показателей пациента, часов реального времени, зуммера, индикатора и передатчика. Структурная схема передающего модуля представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема передающего модуля



Рис. 2. Структурная схема принимающего модуля

Данные с датчиков поступают на аналоговые входы микроконтроллера [5]. С микроконтроллера данные поступают на микросхему передатчика, который передает данные по радиоканалу. На приемной стороне приемник получает данные и передает их в микроконтроллер приемной стороны, тот в свою очередь передает данные на персональный компьютер, на мониторе которого будет отображаться измеряемая информация в цифровом виде или в виде графиков.

Зуммер использован для звукового оповещения пациента о необходимости провести измерения жизненно важных показателей. Зуммер сработает по времени, установленному в программе работы микроконтроллера – в 8, в 14 и в 19 часов. Чтобы вести отчет текущего времени, предусмотрены часы. Дополнительно начинает мигать красный светодиод, сигнализирующий о необходимости произвести измерения. На индикаторе в палате пациента отображаются значения сатурации, пульса и температуры. Пациент держит палец на датчике до тех пор, пока не появятся соответствующие значения на индикаторе.

Модуль приемника состоит из микроконтроллера, приемника, устройства отображения и хранения информации – персонального компьютера. Структурная схема приемного модуля представлена на рис. 2.

Связь между модулями осуществляется по радиоканалу. Выбор беспроводного подключения по радиоканалу обоснован прежде всего отсутствием привязки к интернету.

Измеряемые данные записываются в два файла на персональном компьютере. В файл_1 записываются данные, которые фиксируются в определенные моменты времени: в 8.00, в 14.00, в 19.00. В файл_2 записываются данные, которые фиксируются непрерывно. Такой режим работы можно использовать для тяжелобольных. На стороне пациента время съема показателей можно определить по миганию красного светодиода и по отображению значений параметров на жидкокристаллическом мониторе. Блок-схема алгоритма передачи данных представлена на рис. 3.

Блок-схема алгоритма приема данных представлена на рис. 4.

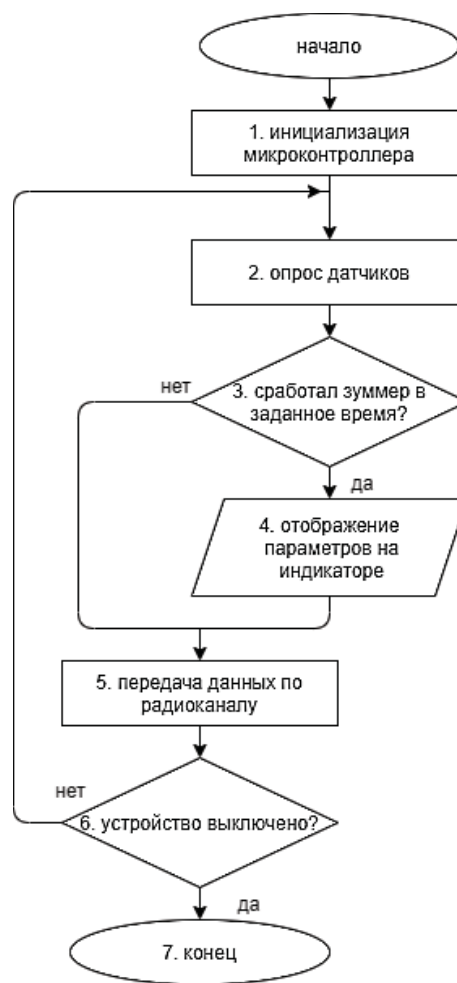


Рис. 3. Блок-схема алгоритма передачи данных

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проделанной работы нами создан пользовательский интерфейс, который представляет собой программное обеспечение, с помощью которого врач может наблюдать за жизненно важными показателями пациента, а также вносить, удалять данные о пациенте.

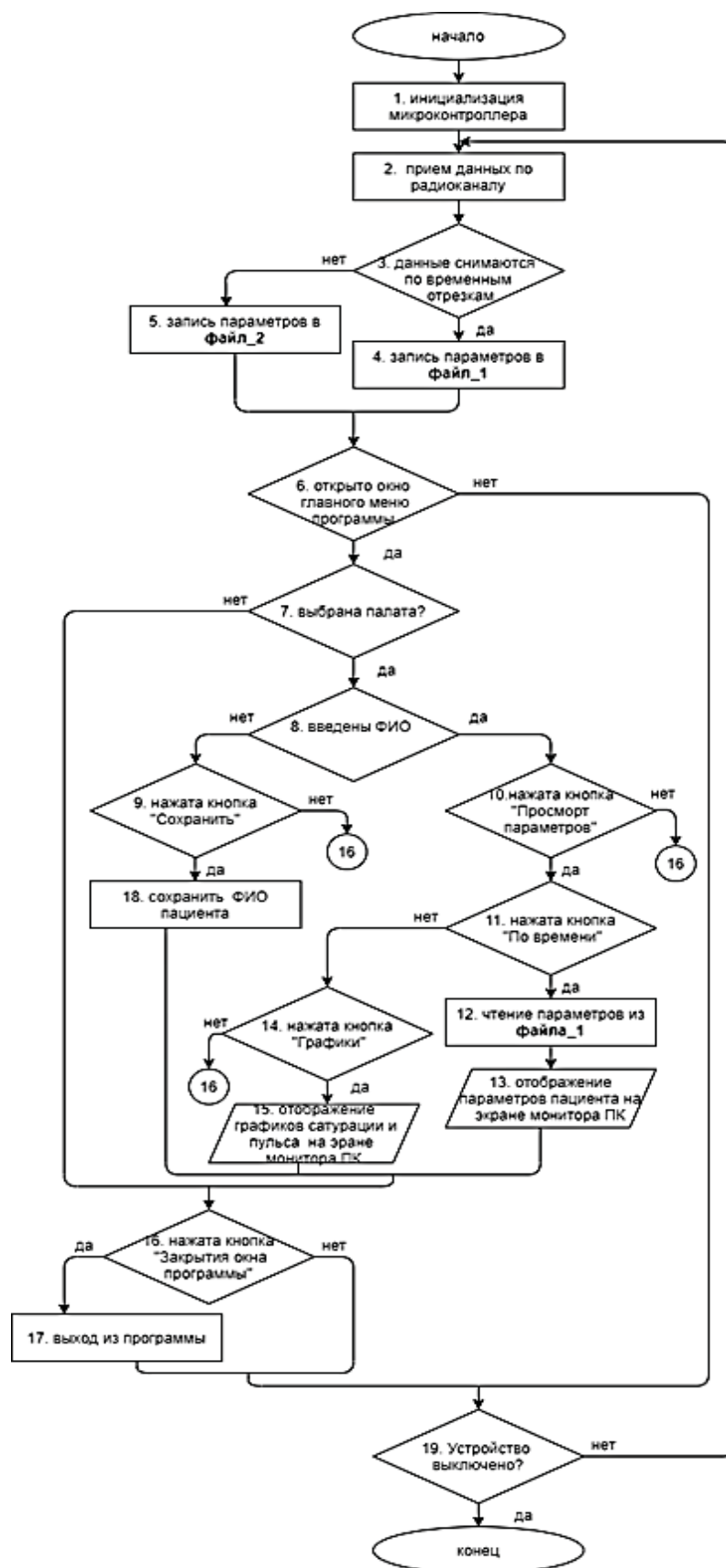


Рис. 4. Блок-схема алгоритма приема данных

Главное меню программы представлено на рис. 5. Здесь можно выбрать номер палаты.

При выборе палаты открывается окно, представленное на рис. 6. Каждый датчик устанавливается на определённом пациенте.

Окно ввода, удаления данных о пациенте и просмотра параметров пациента представлено на рис. 7.

При нажатии «Просмотр параметров» появляется окно, представленное на рис. 8, в котором мы можем наблюдать значения параметров сатурации, пульса и температуры.

Временные графики сатурации и пульса представлены в следующем окне программы (рис. 9).

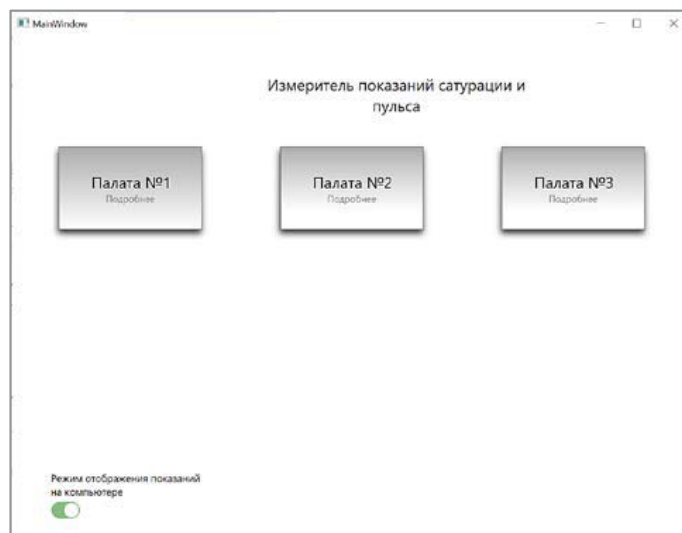


Рис. 5. Главное меню программы

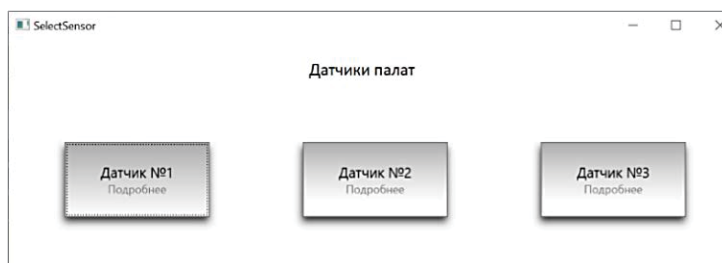


Рис. 6. Выбор датчиков

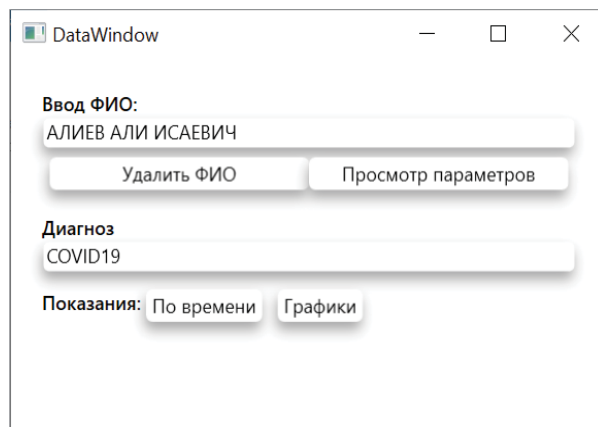


Рис. 7. Окно ввода данных о пациенте

DataWindow

Ввод ФИО:
АЛИЕВ АЛИ ИСАЕВИЧ

Удалить ФИО Просмотр параметров

Диагноз
COVID19

Показания: По времени Графики

	8:00	14:00	20:00
Сатурация	92%	93%	95%
Пульс	105	93	85
Температура	38°	37°	37°

Рис. 8. Окно просмотра параметров

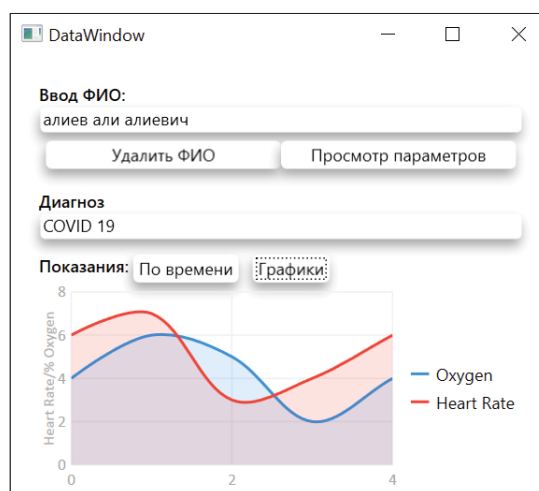


Рис. 9. Окно просмотра параметров

Заключение

В результате проделанной работы нами разработан алгоритм работы устройства съема жизненно важных показателей пациента с заболеванием COVID-19. В соответствии с алгоритмом разработана структурная схема устройства и пользовательское приложение для отображения значений сатурации, пульса и температуры пациента в форме, удобной для лечащего врача.

Разрабатываемый беспроводной комплекс может быть использован в лечебных учреждениях, а также для больных, переносящих заболевание дома и находящихся в изоляции.

Список литературы

1. Геддес М. 25 крутых проектов на Ардуино. М.: Эксмо, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://drive.google.com/file/d/1SW84BfeBLGL-UIK-lulun7JMkwh94z8t/view> (дата обращения: 15.04.2021).
2. Пульсоксиметр своими руками на основе датчика пульсоксиметрии MAX30100 и Arduino. [Электронный ресурс]. URL: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/2412-pulsoksimetr-svoimi-rukami-na-osnove-datchika-pulsoksimetrii-max30100-i-arduino.html (дата обращения: 16.07.2021).
3. Радиомодуль NRF24L01. [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-modules/radio-modul-nrf24l01/> (дата обращения: 16.06.2021).
4. Блум Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 336 с.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 256 с.

УДК 796.011

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЯ МАННА – УИТНИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

Абдрахманова И.В., Лущик И.В.

ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград,
e-mail: academy@vgafk.ru

В статье описаны проблемы проверки статистических гипотез об отсутствии значимых различий между выборочными данными малого объема. Современные диссертационные исследования предполагают многоаспектное сравнение результатов испытаний. При этом обрабатываются данные, полученные в контрольной и экспериментальной группах, а также в группах, отличающихся по половому, возрастному или другим признакам. В области физической культуры и спорта в качестве признака группировки может рассматриваться уровень технико-тактической подготовки или спортивного мастерства, квалификация спортсмена. Данные условия обуславливают малый объем числовых массивов, подлежащих статистической обработке. Авторами рассмотрены непараметрические критерии, наиболее часто применяемые молодыми исследователями для обоснования эффективности экспериментальных воздействий. Описаны принципы построения соответствующих математических моделей и варианты интерпретаций прогнозируемых результатов. В статье представлены результаты статистического анализа физических качеств детей и подростков различных возрастных групп и рекомендации по применению критерия Манна – Уитни. Выявлена неоднозначность подходов к формализации данного критерия в современных научных трудах. Сопоставлены выводы, формулируемые при использовании различных моделей его расчета для идентичных массивов значений. Определены причины, обуславливающие противоречивость результатов проверки статистических гипотез.

Ключевые слова: статистический анализ, физическая культура, непараметрические критерии, проверка статистических гипотез

FEATURES OF THE APPLICATION OF THE MANN – WHITNEY CRITERION FOR TESTING STATISTICAL HYPOTHESES IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Abdrakhmanova I.V., Luschik I.V.

Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd, e-mail: academy@vgafk.ru

The article describes the problems of testing statistical hypotheses about the absence of significant differences between small sample data. Modern dissertation research involves a multidimensional comparison of test results. At the same time, the data obtained in the control and experimental groups, as well as in groups differing in gender, age or other characteristics, are processed. In the field of physical culture and sports, the level of technical and tactical training or sportsmanship, the qualification of an athlete can be considered as a sign of grouping. These conditions cause a small amount of numeric arrays to be statistically processed. The authors consider nonparametric criteria most often used by young researchers to justify the effectiveness of experimental effects. The principles of constructing appropriate mathematical models and options for interpreting the predicted results are described. The article presents the results of a statistical analysis of the physical qualities of children and adolescents of various age groups and recommendations for the application of the Mann-Whitney criterion. The ambiguity of approaches to the formalization of this criterion in modern scientific works is revealed. The conclusions formulated when using different models of its calculation for identical arrays of values are compared. The reasons for the inconsistency of the results of testing statistical hypotheses are determined.

Keywords: statistical analysis, physical education, nonparametric criteria, statistical hypothesis testing

Современные труды молодых ученых в области физической культуры и спорта разнообразны, но чаще всего посвящены проблемам совершенствования процесса формирования физических качеств у представителей различных возрастных групп или организации тренировочной деятельности на основе применения инновационных подходов. Эффективность разрабатываемых методических рекомендаций или построенных моделей может быть подтверждена посредством проверки статистических гипотез. Наиболее распространенным ин-

струментом в этом случае является критерий Стьюдента, имеющий две модели:

– для сравнения данных в случае связанных выборок (например, сопоставление данных по одной и той же группе, зарегистрированных до и после экспериментального воздействия);

– для несвязанных выборок (в частности, выявление значимых различий в контрольной и экспериментальной группах).

Исследователи объясняют востребованность данного критерия его многофункциональностью: он позволяет оценить

однородность выборок (доказать их принадлежность к одной генеральной совокупности), значимость различий между средними выборочными. Применение критерия позволяет построить интервальную оценку генеральной средней или средней дисперсии на основе взаимосвязи трех основных характеристик выборочной совокупности: «ширины доверительного интервала, соответствующей ему доверительной вероятности и объема выборки» [1, с. 43].

Перечисленные преимущества t-критерия Стьюдента в области физической культуры и спорта не имеют такой выраженности, так как его использование ограничено двумя требованиями:

- нормальное распределение сопоставляемых выборочных данных;
- равенство дисперсий.

В научно-методической литературе описываются трудности проверки нормальности распределения и равенства дисперсий, а также последствия нарушений хотя бы одного из этих условий. В частности, одним из условий корректности проверки является существенное увеличение объема выборок (до 2500), что невыполнимо для малых массивов данных. В этих условиях рекомендуется использование критерия Крамера – Уэлча, где «разность выборочных средних арифметических для двух выборок делится на естественную оценку среднего квадратического отклонения этой разности» [2, с. 12].

Если сопоставление производится для большего количества групп или объем выборок относительно мал, то решение данной задачи при помощи параметрических критериев в ряде случаев некорректно [3, с. 120].

Отбор непараметрических критериев для сопоставления результатов измерений осуществляется на основе учета следующих факторов: количество сопоставляемых выборок и объем каждой из сопоставляемых выборок. При этом необходимо также учитывать относительную мощность отбираемых критериев. Если сопоставляются две выборки с целью выявления различий между ними по уровню одного исследуемого признака, то чаще всего используются два непараметрических критерия. Молодые исследователи испытывают сложности при выборе между критерием Розенбаума и критерием Манна – Уитни.

С целью решения представленных выше проблем был произведен сравнительный анализ непараметрических критериев, используемых в современной практике статистического анализа данных малого объема.

Цель исследования – определить условия, при которых использование критерия Манна – Уитни будет целесообразным; опи-

сать приведенные в специальной литературе подходы к расчету значения критерия Манна – Уитни и выявить возможные несоответствия между результатами их применения.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования осуществлен сравнительный анализ материалов, представленных в открытых информационных источниках. Описанные математические модели применены для обработки данных по оценке уровня физического развития подростков. Произведено сопоставление результатов в формальном и графическом представлении при помощи онлайн-калькуляторов.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблема выбора критерия для сравнения данных выборок малого объема по уровню исследуемого признака широко рассматривается в современной специальной литературе. Для параметрических критериев необходима первоначальная проверка нормального распределения сопоставляемых данных [4, с. 56].

Данная процедура связана с использованием целого ряда критериев, имеющих собственную квалификацию и систему ограничений применимости [5, с. 83].

Указанные трудности игнорируются при проверке гипотезы о равенстве выборочных средних посредством использования непараметрических критериев.

Если сопоставляются данные для двух зависимых выборок малого объема, то чаще всего используется Q-критерий Розенбаума. Такой отбор определяется условием сопоставимости объема сравниваемых выборок (в частности, их равенства). Существенным недостатком Q-критерия является ограничение объема выборок (не более 10 наблюдений в каждом).

U-критерий Манна – Уитни является более мощным. Достаточно, чтобы объем каждой выборки превысил два наблюдения при верхней границе 60 наблюдений, определяемой таблицей критических значений. Возможно применение U-критерия даже при условии, когда объем одной выборки равен 2, а объем другой больше 4.

Позиционирование критерия Манна – Уитни в системе отбора непараметрических критериев представлено в научно-методической литературе (рис. 1).

Для использования критерия необходимо объединить выборочные данные и проранжировать их. Затем следует вновь разделить выборки. Критерий сводится к оценке зоны пересечения проранжированных данных. Чем эта зона меньше, тем существеннее различия.

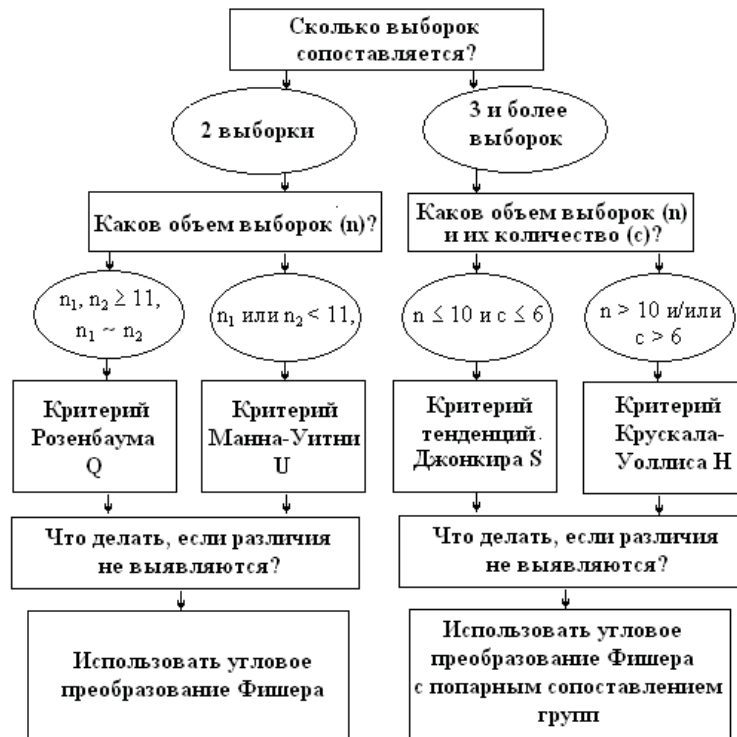


Рис. 1. Система отбора непараметрического критерия для определения различий в выборках по уровню исследуемого признака

Расчетное значение находится следующим образом:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n(n+1)}{2} - T,$$

где n_1 – объем первой выборки;
 n_2 – объем второй выборки;
 n – объем выборки, имеющей большую ранговую сумму;
 T – большая сумма рангов выборок [6, с. 52]

В открытых информационных источниках представлен еще один вариант определения расчетного значения U-критерия:

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1,$$

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2,$$

$$U = \min\{U_1; U_2\},$$

где R_1 – ранговая сумма первой выборки;
 R_2 – ранговая сумма второй выборки [7].

Вопрос идентичности результатов использования расчетных формул не рассмотрен подробно в современных научных трудах.

Приведем пример расчета U-критерия для выборочных данных, не имеющих нор-

мального распределения. При исследовании реакции выбора у мальчиков-подростков был произведен подсчет количества ошибок, совершаемых в стандартных условиях. В первой группе количество тренировок превышало 13 ч в неделю, во второй объем тренировок был меньше 13 ч в неделю. Результаты расчетов представлены в таблице.

I способ расчета:

$$U_1 = 8 \cdot 12 + \frac{8 \cdot 9}{2} - 88 = 44,$$

$$U_2 = 8 \cdot 12 + \frac{12 \cdot 12}{2} - 122 = 52,$$

$$U = \min\{44; 52\} = 44.$$

II способ расчета:

$$U = 8 \cdot 12 + \frac{12 \cdot 12}{2} - 122 = 52.$$

Наблюдаемые различия в результатах расчетов могут быть проигнорированы, так как в обоих случаях происходит отклонение нулевой гипотезы (критическое значение U-критерия равно 22, то есть существенно меньше расчетного). Однако отсутствие идентичности результатов является значительным недостатком критерия.

N	Значения в первой группе	N	Значения во второй группе
1	0	1	0
2	0	2	0
3	0	3	0
4	0	4	0
5	0	5	0
6	1	6	1
7	0	7	0
8	1	8	0
		9	0
		10	0
		11	1
		12	0

[Рассчитать показатели](#)

U-критерий Манна-Уитни равен 52
 Критическое значение U-критерия Манна-Уитни при заданной численности сравниваемых групп составляет 22
 $52 > 22$, следовательно различия уровня признака в сравниваемых группах статистически не значимы ($p > 0.05$)

Рис. 2. Результаты расчета U-критерия при помощи программы medstatistic.ru/calculators

Современные сервисы обеспечивают возможность онлайн-расчета значения критерия, при этом отмечается, что результаты могут существенно отличаться в зависимости от того, учтена ли поправка на непрерывность. В случае аппроксимации генеральной совокупности и при рассмотрении выборки малого объема с дискретными значениями могут быть получены заключения о значимости и незначимости различий связанных рангов для одних и тех же массивов данных.

В рассмотренном случае очевидно, что различия несущественны, так как наблюдается тотальное пересечение рядов рангов. При этом результаты калькуляции, представленные бесплатными программами расчета, отличаются (рис. 2, 3).

Описанные выше несоответствия расчетных характеристик процедуры проверки статистической гипотезы об отсутствии значимых различий средних значений для независимых выборок на основе использования непараметрического критерия Манна – Уитни предполагают многоаспектный подход к анализу экспериментальных данных. В частности, необходима более глубокая детализация в случае использования электронных систем оценки. Для дискретных характеристик следует применять

способ расчета U-критерия для каждой из ранговых сумм и минимизации полученных результатов.

Result Details

Sample 1

Sum of ranks: 88
 Mean of ranks: 11
 Expected sum of ranks: 84
 Expected mean of ranks: 10.5
 U-value: 44
 Expected U-value: 48

Sample 2

Sum of ranks: 122
 Mean of ranks: 10.17
 Expected sum of ranks: 126
 Expected mean of ranks: 10.5
 U-value: 52
 Expected U-value: 48

Sample 1 & 2 Combined

Sum of ranks: 210
 Mean of ranks: 10.5
 Standard Deviation: 12.9615

Рис. 3. Результаты расчета U-критерия при помощи программы Mann – Whitney U Test Calculator

Заключение

«Ручной» способ ранжирования данных с количеством градаций, превышающим 20, и их дальнейшей обработки является трудоемким и нецелесообразным. Ранее в этом случае для сравнения выборочных средних применялось угловое преобразование Фишера. Современные сервисы предоставляют возможность расчета критерия Манна – Уитни для малых выборок, не имеющих нормального распределения с относительно большим количеством градаций. Данная процедура предполагает аппроксимацию данных к непрерывному распределению, что может дать некорректный или неоднозначный результат. Для исключения таких трудностей следует использовать сопоставление результатов использования двух схем расчета. Возможно представление ранжированных значений посредством применения возможностей графических редакторов. Визуальная оценка ширины зоны перекрытия ранговых интервалов в совокупности с расчетными значениями обеспечивает повышение достоверности выводов и снижает

вероятность ошибок при проверке статистических гипотез.

Список литературы

1. Шаталов К.В., Кириллова А.В. Применение критерия Стьюдента для оценки результатов межлабораторных сравнительных испытаний // Эталон. Стандартные образцы. 2016. № 1. С. 42-48.
2. Орлов А.И. Проверка статистической гипотезы однородности математических ожиданий двух независимых выборок: критерий Крамера – Уэлча вместо критерия Стьюдента // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110. С. 1–22.
3. Абдрахманова И.В., Лущик И.В. Проблемы проверки статистических гипотез при исследовании малых выборок в физической культуре и спорте // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12–1. С. 119–123.
4. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55–60.
5. Александровская Л.Н., Кириллин А.В. Рекомендации по применению ряда критериев проверки отклонения распределения вероятностей от нормального закона в практике инженерного статистического анализа // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. № 1–1. С. 82–90.
6. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: ООО «Речь», 2002. 350 с.
7. U-критерий Манна – Уитни // Википедия. [2022]. Дата обновления: 12.03.2022. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=620166&oldid=120592421> (дата обращения: 03.04.2022).

УДК 376.56

СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ, ПРИЗНАННЫХ НУЖДАЮЩИМИСЯ В СОЦИАЛЬНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

¹Алпатова Н.С., ²Понькина И.В.¹НОУ ВО «Московский социально-педагогический институт», Москва, e-mail: alpatova.ns@mail.ru;²ГКСУ СО «Волгоградский областной социально-реабилитационный центр
для несовершеннолетних», Волгоград, e-mail: irina81_08@mail.ru

В статье рассматривается проблема социально-педагогической реабилитации несовершеннолетних, нуждающихся в социальном обслуживании, в связи с тенденцией увеличения данной категории детей. Специфика подросткового возраста делает его представителей особенно чувствительными к педагогическим ошибкам учителей и ошибкам семейного воспитания. Опытное-экспериментальное исследование проводилось на базе социально-реабилитационного центра и было направлено на теоретическое обоснование и практическую реализацию программы социально-педагогической реабилитации несовершеннолетних, нуждающихся в помощи. Описаны этапы проведения диагностического исследования, целью которого было выявление трудностей в социализации несовершеннолетних. Анализ результатов диагностики показал, что большинство воспитанников имеют трудности в общении со сверстниками, связанные с неумением устанавливать доверительные, теплые, дружеские взаимоотношения; возникновением частых конфликтов и непонимания; у более половины воспитанников отсутствуют навыки культурного поведения, не сформированы нравственные качества личности; наблюдается низкий уровень сознания, сниженная активность. На основании данных диагностики разработана и реализована программа социально-педагогической реабилитации воспитанников центра, целью которой было повысить уровень активности и самостоятельности воспитанников; помочь в адаптации к изменяющимся социально-экономическим условиям жизни; сформировать у них способность контролировать свое поведение и эффективно решать возникающие перед ними проблемы. Программа состояла из двенадцати тематических разделов и предполагала проведение групповых и индивидуальных занятий. Контроль диагностики по итогам проведенного экспериментального исследования позволяет констатировать высокий уровень результативности реализации программы.

Ключевые слова: социально-педагогическая реабилитация, несовершеннолетние, социальное обслуживание

SOCIO-PEDAGOGICAL REHABILITATION OF MINORS RECOGNIZED AS IN NEED OF SOCIAL SERVICES

¹Alpatova N.S., ²Ponkina I.V.¹Moscow Social and Pedagogical Institute, Moscow, e-mail: alpatova.ns@mail.ru;²Volgograd Regional Social Rehabilitation Center for Minors, Volgograd, e-mail: irina81_08@mail.ru

The article deals with the problem of socio-pedagogical rehabilitation of minors in need of social services, in connection with the trend of increasing this category of children. The specificity of adolescence makes its representatives especially sensitive to the pedagogical mistakes of teachers and the mistakes of family education. The pilot study was carried out on the basis of a social rehabilitation center and was aimed at theoretical substantiation and practical implementation of the program of social and pedagogical rehabilitation of minors in need of assistance. The stages of a diagnostic study are described, the purpose of which was to identify difficulties in the socialization of minors. Analysis of the results of diagnostics showed that the majority of pupils have difficulties in communicating with their peers, which is associated with the inability to show trusting, warm, friendly treatment; the occurrence of frequent conflicts and misunderstandings; more than half of the pupils lack the skills of cultural behavior, the moral qualities of the individual are not formed; there is a low level of consciousness, reduced activity. Based on the diagnostic data, a program of social and pedagogical rehabilitation of the pupils of the center was developed and implemented, the purpose of which was to increase the level of activity and independence of the pupils; help in adapting to changing socio-economic conditions of life; to develop in them the ability to control their behavior and effectively solve problems that arise before them. The program consisted of twelve thematic sections and included group and individual lessons. The control of diagnostics based on the results of the conducted experimental study allows us to state a high level of effectiveness of the program implementation.

Keywords: socio-pedagogical rehabilitation, minors, social services

В современном российском обществе наблюдается тенденция увеличения количества несовершеннолетних, признанных нуждающимися в социальном обслуживании. Специфика подросткового возраста делает его представителей особенно чувствительными к различного рода социальным деформациям в обществе, к педагогическим ошибкам учителей и ошибкам семейного воспитания. Сохраняет остроту

проблема неблагополучия детей и подростков, связанная с низким уровнем жизни семей, воспитывающих детей, с увеличением числа социальных сирот по причине увеличения числа родителей, не выполняющих свои функциональные обязанности [1]. В этой связи адаптация несовершеннолетних к социуму, «вхождение» их в самостоятельную жизнь представляет собой острейшую проблему.

В научной литературе проблема сопровождения и поддержки несовершеннолетних, нуждающихся в помощи, нашла отражение в трудах Е.В. Змановской, Л.Я. Олиференко, Ю.В. Васильковой, Г.Ф. Кумариной, К.С. Лисецкого, А.В. Мудрика, А.А. Немтиновой, М.С. Палехиной, Т.И. Шульги и других [2, 3]. Вопросам реабилитации трудных подростков посвящены исследования С.А. Беличевой, М.А. Галагузовой, В.Д. Менделевича, Е.В. Москвиной, И.Н. Пятницкой, Н.А. Сироты, Р.В. Овчаровой, М.Э. Пататовой и других [4, 5]. Однако, несмотря на многочисленные исследования, данная проблема изучена недостаточно и требует дальнейшего рассмотрения.

Цель исследования – теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить эффективность программы социально-педагогической реабилитации несовершеннолетних, признанных нуждающимися в социальном обслуживании.

Материалы и методы исследования

База исследования: государственное казенное специализированное учреждение социального обслуживания «Волгоградский областной социально-реабилитационный центр для несовершеннолетних» (далее – Центр). В эксперименте участвовали 11 воспитанников в возрасте от 12 до 14 лет.

В исследовании использовались следующие методы: наблюдение, анкетирование, опрос, беседа, педагогический эксперимент.

Результаты исследования и их обсуждение

Опытно-экспериментальная работа предполагала проведение диагностики жизненной ситуации, в которой находится каждый подросток, а именно определение трудностей в социализации детей, их общего эмоционального состояния, психологических портретов воспитанников, внутрисемейных отношений.

Диагностика начиналась с установления коммуникативных отношений с воспитанниками. Специалист по социальной реабилитации строил диалог с подростком так, чтобы он сам заговорил о своих проблемах, об отношениях с членами семьи и ближайшим социальным окружением.

На первом этапе диагностического исследования нами было проведено анкетирование «Приоритеты жизненных ценностей», «Основные виды досуговой деятельности» с целью выявления ценностных ориентаций, интересов, социальной активности. Подросткам было предложено ответить на вопросы анкет и выбрать несколько вариантов, соответствующих каждому индивидуально.

Проанализировав анкеты, получили следующую информацию: в качестве наиболее приоритетной жизненной ценности подростки выделяют «обретение профессии», так считают 6 чел. (54,5%). Этот довольно высокий процент говорит о дальнейшем осознанном устройстве в обществе. Поэтому необходимо не только дать наиболее полную информацию о «мире профессий», но и помочь с ее выбором. 5 чел. (45,4%) выделяют: «уважение со стороны товарищей», «семейное счастье», «возможность путешествовать», «физическая сила, отсутствие страха перед другими». Большинство воспитанников (9 чел., 81,8%) приоритетную жизненную ценность видят в финансах и 2 чел. (18,2%) выделяют общественную значимость.

Свой досуг воспитанники организуют следующим образом: 10 чел. (90,9%) проводят время в социальных сетях; из них 8 подростков (72,7%) увлечены компьютерными играми; 6 чел. (54,5%) проводят время с друзьями, гуляют на улице; 5 воспитанников (45,4%) регулярно смотрят телепередачи, причем в подавляющем большинстве развлекательные каналы.

Примечательно, что современные подростки либо не читают книги вообще, либо читают очень мало (3 чел., 27,3%), в основном произведения из школьной программы.

Занимаются спортом и проводят время на свежем воздухе лишь треть подростков (36,4%). Большая часть воспитанников не посещают ни секции, ни кружки. Вместе с тем многие несовершеннолетние хотели бы быть участниками какого-либо молодежного объединения или волонтерами (7 чел., 63,6%).

По результатам анкетирования видно, что большинство воспитанников отдают предпочтение пассивным видам досуговой деятельности, что говорит о низком уровне их социальной активности.

На втором этапе диагностического исследования нами был проведен опрос «Социальные навыки», который направлен на выявление сформированности коммуникативных навыков и навыков взаимодействия воспитанников друг с другом, со специалистами Центра. Подросткам было предложено оценить, насколько быстро у них формируется тот или иной навык, а также насколько каждый из этих навыков, по их мнению, можно быстро сформировать у их сверстников.

Результаты данного опроса следующие: уровень своих социальных навыков большинство подростков расценивают как средний, а именно так считают 5 чел. (45,4%). Низкий уровень социальных навыков на-

блюдается у 6 воспитанников (54,5%). Несформированность социальных навыков проявляется в неумении общаться (начинать и завершать разговор), избежать конфликта и отстоять свою точку зрения. Отношения со сверстниками чаще окрашены негативно – на них можно злиться, обижаться, перед ними может быть стыдно, можно испытывать чувство вины. Положительным в общении с друзьями является то, что с ними не скучно и можно общаться «на одной волне». Высокий уровень социальных навыков среди воспитанников не был выявлен.

Также в рамках данного этапа для диагностики взаимоотношений в семье мы разработали и апробировали опросник «Дети о родителях», который был направлен на изучение установок, поведения и методов воспитания родителей так, как видят их дети. Этот опросник включал две шкалы: благоприятные и неблагоприятные взаимоотношения в семье. Полученные в ходе опроса результаты свидетельствуют о том, что у большинства воспитанников (8 чел., 72,7%) отмечаются неблагоприятные взаимоотношения в семьях. Воспитание в таких семьях чаще всего характеризуется недостатком опеки и контроля со стороны родителей или связано с неблагополучием семьи: составом, материальной обеспеченностью, условиями проживания. Соответственно, 3 несовершеннолетних (27,3%) воспитываются в благополучных семьях, в которых родители поощряют инициативу и самостоятельность ребенка, стараются быть с ним на равных.

На третьем этапе диагностики нами были проведены беседы, направленные на выяснение особенностей взаимоотношений между несовершеннолетними, членами их семей и сверстниками, а также отношения к здоровому образу жизни и психоактивным веществам. Тематика бесед: 1) «Дети и семья». В ходе беседы были рассмотрены следующие вопросы: этика отношений старших и младших членов семьи, детей и взрослых; представления детей о семейном счастье, радостях жизни; 2) «Я и мои друзья». Воспитанники ответили на вопросы: кого можно назвать «настоящим» другом, чем друг отличается от приятеля и каким следует быть, чтобы другие ребята желали бы дружить с тобой; 3) «Здоровый образ жизни», «Вредные привычки». Обсудили, что чувствуют и представляют несовершеннолетние, когда слышат «наркоман», «алкоголизм», «курение». Выяснили, как относятся воспитанники к психоактивным веществам.

В ходе организованных бесед на разные темы подростки не всегда внимательно слу-

шали друг друга, порой не хватало терпения дослушать говорящего до конца, нередко перебивали друг друга, вставляя реплики. Все это говорит о том, что у большинства несовершеннолетних отсутствуют навыки культурного поведения, не сформированы нравственные качества личности.

Проведя исследование с воспитанниками Центра и проанализировав полученные данные, мы пришли к выводу: большинство воспитанников имеют трудности в общении со сверстниками, связанные с неумением устанавливать доверительные, теплые, дружеские взаимоотношения; возникновением частых конфликтов и непонимания; у более половины воспитанников отсутствуют навыки культурного поведения, не сформированы нравственные качества личности; наблюдается низкий уровень сознания, сниженная активность.

Следует отметить, что у ребят есть стремление к уважению со стороны окружающих и налаживанию отношений с ними. Большинство подростков равнодушно к своему будущему, которое проявляется в желании обрести профессию, а в дальнейшем работу, семью, детей.

Полученные в ходе диагностического исследования результаты послужили основой для разработки программы социально-педагогической реабилитации воспитанников в условиях Центра.

На основе данных диагностики мы определили *цель и задачи* социально-педагогической работы с воспитанниками. К ним относятся оказание социально-психолого-педагогической помощи детям, укрепление их связей со здоровой социальной средой через создание единого реабилитационного пространства, содействие процессу их социализации. Диагностическое исследование также позволило наметить план работы как с группой, так и с отдельно взятым подростком.

Реализация программы предусматривает проведение комплекса групповых и индивидуальных занятий. При выборе темы каждого занятия мы учитывали не только возраст воспитанников, но и их индивидуальные особенности.

Программа включала в себя следующие разделы:

Раздел 1. «Давайте знакомиться!»

Цель: установить доверительные отношения между участниками.

Важным направлением работы с воспитанниками было научить их сотрудничать, из группы подростков создать сплоченный, творческий коллектив, умеющий активно работать и взаимодействовать. Для этого на первых встречах с ребятами

использовались ролевые игры, квест-игры: «Слепой и поводырь», «Прогулка с компасом», «Лабиринт», «Выбор», «Равенство». С их помощью создавалась атмосфера доверия, непринужденности и уважения. Подростки охотно играли в игры, рассчитанные на сплочение группы, улучшение коллективных взаимоотношений: «Встаньте в круг», «Шеренга», «Встреча взглядами», «Печатная машинка» и др.

Раздел 2. «Будьте здоровы!»

Цель: способствовать формированию культуры здорового образа жизни и потребности бережного отношения к своему здоровью как базовой ценности, предопределяющей возможности и успешность жизненного пути.

Предлагаемые темы занятий: «Путешествие по станциям здоровья»; «Друг или враг нам этот табак?»; «Опасное погружение»; «Сказать «СТОП»; «Гигиена и твое здоровье»; «Алкоголь и табакокурение – то, что губит общество»; «О наркомании и наркоманах» и др.

Раздел 3. «Наша безопасность».

Цель: помочь воспитанникам овладеть элементарными навыками поведения дома, в местах массовых скоплений людей, в общественном транспорте, на улице, при пожаре, на водоемах, при любой погоде; развить самостоятельность и ответственность.

Предлагаемые темы занятий: «Безопасность в доме»; «О правилах важных – пожаробезопасных»; «Безопасность на дорогах»; «Уроки городской безопасности»; «Средства индивидуальной мобильности»; «Опасность зимнего водоема»; «Причины и разбор конкретных случаев дорожно-транспортного травматизма»; «Безопасность при любой погоде» и др.

Раздел 4. «Уроки нравственности».

Цель: способствовать формированию нравственных качеств, черт характера, навыков и привычек поведения.

Предлагаемые темы занятий: «Что такое хорошо и что такое плохо?»; «О равнодушии и добре»; «Наука о совести»; «Друг познается в беде»; «Каждой вещи – свое место»; «Жить с достоинством – что это значит?»; «Добросердечность»; «Человек и труд» и др.

Раздел 5. «Веселый этикет».

Цель: способствовать формированию навыков культурного поведения в повседневной жизни и развитию коммуникативных навыков.

Предлагаемые темы занятий: «Накроем стол: сервировка праздничного и ежедневного стола. Поведение за столом»; «Конфликт и выход из него»; «Как понравиться людям»; «Конфликт – преодолеть!»;

«Соблюдение этикета в общественных местах» и др.

Раздел 6. «Семья – это маленькое государство».

Цель: развить стремление к самопознанию и познанию основ полоролевого взаимодействия; способствовать формированию культуры межличностного взаимодействия; воспитать уважительное отношение к институту семьи; повысить значимость семьи.

Предлагаемые темы занятий: «Что такое Семья?»; «Семья и дом»; «Любовь и ответственность»; «В фокусе – семья»; «Как сохранить семейное счастье?» и др.

Раздел 7. «Час суда»

Цель: способствовать формированию правовых знаний; формировать чувство ответственности за свои поступки и позитивное отношение к окружающим людям.

Предлагаемые темы занятий: «Поведение в школе»; «Наши права и обязанности»; «Я в ответе за свои поступки»; «Административная и уголовная ответственность»; «Шалость. Злонамеренный поступок. Вандализм»; «Здоровье и закон»; «Проступок. Правонарушение. Преступление» и др.

Раздел 8. «В поисках своего призвания».

Цель: информировать воспитанников о факторах, влияющих на выбор профессии; выявить их склонности к какому-либо типу профессии; ознакомить с классификацией профессий и с конкретными профессиями.

Предлагаемые темы занятий: «Как выбрать профессию?»; «Мир профессий»; «Ошибки при выборе профессии» и др.

Раздел 9. «Клуб сенаторов».

Цель: способствовать осознанию проблем в «семье»; совершенствовать навыки решения проблем; способствовать развитию самопомощи.

Предлагаемые темы занятий: «Вот такая моя семья!»; «Семейные обереги»; «Детки и предки»; «С папой я своим дружу»; «Мы счастливая семья»; «Лучше мамы друга нет!» и др.

Раздел 10. «Терпенье и труд все перетрут».

Цель: способствовать развитию взаимопомощи, формированию бытовых умений; научить ухаживать за комнатными растениями и создавать уют.

Предлагаемые темы занятий: «Творчество как стиль жизни»; «Мой дом – наведу порядок в нем»; «Комнатные цветы в интерьере»; «Уют в моем доме»; «Чистота – залог здоровья!» и др.

Раздел 11. «Смак».

Цель: познакомить с понятиями «вкусная» и «здоровая» пища; научить детей готовить различные блюда; способствовать формированию навыков безопасного пове-

дения при пользовании различной кухонной утварью для приготовления пищи.

Предлагаемые темы занятий: «Вкусная и здоровая пища»; «Значение украшения блюд»; «Кухонная утварь»; «Правила чистоты на кухне»; «Безопасное пользование кухонным инвентарем» и др.

Раздел 12. «Вместе весело живем!».

Цель: создать благоприятные условия для совместного времяпрепровождения воспитанников и их гостей; способствовать развитию сообразительности, фантазии, творческой активности, позитивных взаимоотношений между подростками и специалистами и сплочению детского коллектива; сформировать навыки организации досуга; вызвать яркие, положительные впечатления и переживания.

Предлагаемые темы занятий: «Я и другой»; «Мои радости жизни»; «Чтобы не обидеться»; «Круг творчества»; «Воображариум»; «Дружба крепкая у нас»; «Мечтать не вредно!» и др.

Заключительное занятие проводилось с целью закрепления полученных знаний и навыков, формирования у воспитанников потребности и способности к саморазвитию и самореализации.

Анализ результатов контрольного этапа диагностики показал, что все подростки (100%) охарактеризовали свои отношения со сверстниками как теплые, дружеские, иногда нейтральные в силу собственных причин, но не конфликтные; наиболее значимым для воспитанников является мнение специалистов и самых искренних, верных друзей. Поэтому можно сказать, что авторитетом для подростков может быть не только друг-сверстник, но и помощник, советчик – специалист по социальной реабилитации, психолог; отношения с окружающими воспитанники расценивают как уважительные, с полным взаимопониманием. При ранжировании жизненных ценностей было выявлено, что на первое место воспитанники поставили – уважение, любовь, верных друзей, а на второе – образование, ум, карьеру, самореализацию. Несовершеннолетние объяснили свой выбор тем, что невозможно добиться больших «высот», не имея рядом надежной опоры и поддержки, а такой поддержкой могут стать друзья, семья, родственники.

Заключение

Полученные данные позволяют констатировать высокий уровень результативности реализации программы. Занятия, проведенные в рамках программы социально-педагогической реабилитации воспитанников, способствовали тому, что между подростками, сверстниками и специалистами возникли теплые и доверительные отношения. Появилось понимание, за что и почему нужно уважать себя и своих сверстников. Изменилось представление о семье, о себе в семье, о своих обязанностях и ответственности перед близкими людьми. Появилось стремление воспитанников управлять своим поведением, эмоциями, самосовершенствоваться. При этом снизилось эмоциональное напряжение, негативное отношение к себе и своим близким. Благодаря практическим занятиям воспитанники получили необходимые умения и навыки, касающиеся личной гигиены, безопасного поведения, которые помогут избежать различных заболеваний, несчастных случаев; овладели адекватными способами поведения: научились слушать и слышать другого, проявлять сочувствие и сопереживание, разрешать конфликты мирным путем и т.д. В целом работа с детьми способствовала повышению адаптации и реабилитационного потенциала воспитанников.

Список литературы

1. Алпатова Н.С., Прокопенко А.Ю., Понькина И.В. Социально-психологическая поддержка в социализации несовершеннолетних, нуждающихся в помощи // Социальная педагогика в России. Научно-методический журнал. 2020. № 1. С. 41–45.
2. Немтинова А.А. Социально-педагогическое сопровождение детей в подростковом клубе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Калининград, 2013. 21 с.
3. Палехина М.С. Педагогическая поддержка трудных подростков в условиях интеграции общего и дополнительного образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Кемерово, 2010. 23 с.
4. Галагузова Ю.Н., Москвина Е.В. Социально-педагогическая реабилитация подростков делинквентного поведения в специальном учебно-воспитательном учреждении // Педагогическое образование и наука. 2016. № 5. С. 72–77.
5. Паатова М.Э. Формирование социально-личностной жизнеспособности девиантных подростков в процессе социально-педагогической реабилитации: теоретико-методологические основы: монография. М.: Московский институт стали и сплавов, 2017. 135 с.

УДК 796.035:796/799:613.65

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИЦИИ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

¹Андрианов А.С., ²Новичихина Е.В., ²Ульянова Н.А., ¹Медведев И.В., ¹Семенов В.В.¹ФГКОУ ВО «Барнаульский юридический институт Министерства внутренних дел
Российской Федерации», Барнаул, e-mail: vyzemsky@bk.ru;²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул,
e-mail: nowichihina_lena@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы организации восстановительного и оздоровительного тренинга в социальной группе сотрудников правоохранительных органов, имеющих различные формы нарушений опорно-двигательного аппарата, связанные с условиями профессиональной деятельности. Сотрудники полиции – это та категория профессий, которых не встретишь в различных аналитических отчетах и прогнозах, касающихся вопросов влияния профессиональной деятельности на определенные виды заболеваний. Во-первых, кандидаты на службу в органы внутренних дел проходят определенный, достаточно жесткий профессиональный отбор, одним из главных критериев которого является хорошее состояние физического развития, физической подготовленности и здоровья в целом. Во-вторых, медицинский контроль и лечение сотрудники полиции проходят в ведомственных медицинских учреждениях, как правило, оказывающихся вне поля статистических исследований. Рассмотрены причины, характерные для возникновения нарушений опорно-двигательного аппарата сотрудников полиции. В статье представлена методика организации оздоровительных и восстановительных занятий физической культурой для сотрудников правоохранительных органов, имеющих различного рода нарушения опорно-двигательного аппарата. Представлены: недельный цикл физических упражнений для мышц спины, дополненные восстановительными упражнениями в пропорции два к одному, упражнения оздоровительной гимнастики. Сформулированы выводы.

Ключевые слова: физкультура, физические упражнения, опорно-двигательный аппарат, оздоровительная гимнастика, восстановительная физическая культура, сотрудники полиции

METHODOLOGY FOR ORGANIZING PHYSICAL EDUCATION CLASSES FOR POLICE OFFICERS WITH LOCOMOTOR SYSTEM DISORDERS

¹Andrianov A.S., ²Novichikhina E.V., ²Ulyanova N.A., ¹Medvedev I.V., ¹Semenov V.V.¹Barnaul Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Barnaul,
e-mail: vyzemsky@bk.ru;²Altai State University, Barnaul, e-mail: nowichihina_lena@mail.ru

The article deals with the issues connected with organization of restorative and recreational training in the social group of law enforcement officers having different forms of locomotor disorders connected with the conditions of professional activity. Police officers are the category of professions that are not found in various analytical reports and forecasts concerning the influence of professional activity on certain types of diseases. Firstly, candidates for service in the internal affairs bodies, undergo a certain, rather strict professional selection, one of the main criteria of which is a good state of physical development, physical fitness and health in general. Secondly, police officers undergo medical monitoring and treatment in departmental medical institutions, which are usually outside the field of statistical research. The reasons typical for the occurrence of disorders of the musculoskeletal system of police officers are considered. The article presents the methods of organization of health-improving and regenerative physical training for the law enforcement officers having different kinds of locomotor apparatus disorders. The following is presented: a weekly cycle of physical exercises for back muscles, supplemented by restorative exercises in the proportion of two to one, exercises of recreational gymnastics. Conclusions are formed.

Keywords: physical education, physical exercises, musculoskeletal system, recreational gymnastics, restorative physical education, police officers

В научно-методической литературе, посвященной патологиям опорно-двигательного аппарата, можно найти перечень профессий, представители которых наиболее подвержены риску заболеваний данного вида. В качестве провоцирующих условий приводятся: длительная осевая статическая нагрузка на позвоночник и суставы (продавцы, врачи, учителя, парикмахеры), тяжелый физический труд (строители, грузчики), преимущественно сидячая, малоподвижная профессиональная деятельность (офисные

сотрудники, сотрудники, занятые на производстве, предполагающем длительное статичное положение).

Профессиональные обязанности работников правоохранительных органов охватывают спектр самой разнообразной деятельности: здесь и сотрудники служб наблюдения и пультов охраны, и сотрудники, работающие преимущественно в уличном режиме по охране общественного порядка, и сотрудники, деятельность которых является аналогом офисной работы, и многое другое. Соот-

ветственно, в условиях труда полицейского в полной мере присутствуют факторы риска, характерные для заболеваний опорно-двигательного аппарата. По этой причине среди сотрудников полиции достаточно людей, имеющих в той или иной степени проблемы с позвоночником и суставами. Поэтому особое внимание следует уделять профилактическим мероприятиям, направленным на улучшение состояния здоровья и повышение работоспособности [1]. Особенно стоит отметить сотрудников, регулярно бывающих в командировках на Северном Кавказе, где условия службы предполагают постоянное ношение средств индивидуальной защиты (бронежилет, защитные шлемы и т.д.), что создает повышенную, а в иных случаях критическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат. В большей степени это относится к возрастным сотрудникам, однако наблюдается «омоложение» данного вида заболеваний, это стало проблемой и для сотрудников, чей возраст не превышает 30 лет [2].

Кроме того, помимо состояния здоровья, сотрудник полиции должен иметь определенный уровень физического развития и физической подготовленности, что отличает его от представителей профессий гражданского сектора. Для сотрудников правоохранительных органов занятия по физической подготовке являются обязательными, независимо от возрастных категорий и должностных обязанностей. Данное противоречие между декларируемым нормативными документами уровнем физической подготовленности, с одной стороны, и реальными возможностями сотрудников, имеющих проблемы опорно-двигательного аппарата, с другой, необходимо решать путем организации и культивирования в данной профессиональной среде адаптационного тренинга, кинезиологии и современных оздоровительных технологий. Данный вид тренировки целесообразно использовать как отдельные восстановительные циклы в дополнение к основной тренировочной работе, предусмотренной учебными планами профессиональной подготовки сотрудников полиции. Для решения данного противоречия существуют основные методические принципы организации тренировок, перечень используемых средств, классификация наиболее полезных и эффективных, на наш взгляд, упражнений восстановительного характера [3].

Цель исследования – разработать методику организации оздоровительных и восстановительных занятий физической культурой для сотрудников правоохранительных органов, имеющих различного рода нарушения опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: анализ научно-методической литературы, экспертная оценка, педагогическое наблюдение.

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению экспертов, любой тренинг, направленный на восстановление функций опорно-двигательного аппарата – это работа с тонусом скелетной мускулатуры. Встречаются два полярных состояния мышечной ткани, влияющих на жизнедеятельность позвоночника и суставов человека. Первое состояние характеризуется недостаточным мышечным тонусом, объемом, слабыми кондициями. Это состояние характерно для мышечной системы людей, ведущих малоподвижный образ жизни, не занимающихся физкультурой и спортом и систематически нарушающих естественный режим бодрствования и сна. Данные деструктивные факторы приводят со временем к неспособности скелетной мускулатуры правильно удерживать позвоночник и суставы и как результат к серьезным дегенеративным отклонениям.

Стоит отметить, что данное состояние не характерно для подавляющего числа сотрудников полиции, имеющих разного рода проблемы с позвоночником и суставами. Для данного контингента наиболее распространено второе состояние – гипертонуса, остаточного напряжения мышц, которое сохраняется в состоянии расслабленности и покоя. Это изменение мышечного тонуса для сотрудников полиции в большинстве случаев связано с большими перегрузками на разных уровнях нервной системы. В итоге спазмированные мышцы зоны позвоночника и отдельных суставов создают постоянные боли в указанных областях и помехи правильной работе и питанию суставов [4]. Особенности восстановительного тренинга сотрудников полиции схожи по своей сути с реабилитационными тренировками спортсменов, основное направление которых – восстановление оптимального режима напряжения и расслабления мышц [5].

Особенности профессиональной деятельности, обязательные физические нагрузки в спортивном зале предполагают большой объем компрессионной нагрузки на соединительные ткани, межпозвоночные диски и суставные хрящи, восстановительные способности которых в разы уступают аналогичным временным параметрам мышц. Нарушение баланса между восстановлением функций суставов, связок, мышц, наравне с гипертонусом, является еще одной причи-

ной нарушений опорно-двигательного аппарата [6], в том числе и для категорий спортсменов и сотрудников полиции.

Эксперты, работающие с сотрудниками полиции, полностью подтверждают наше мнение о том, что решением вышеперечисленных проблем с помощью средств физической культуры и кинезиологии является в первую очередь включение в тренировочный процесс сотрудников полиции большого объема декомпрессионных упражнений, рекрутирующих ту часть мышечных волокон, включая и мышцы-стабилизаторы, которые в обычном состоянии не получают достаточной нагрузки, даже при условии активных занятий физической культурой и спортом.

Изучив опыт и исследования ряда специалистов, работающих в этом направлении, мы разработали тренировки двух видов. Первый вид – это силовые тренировки в тренажерном зале с использованием свободных отягощений и тренажеров различных модификаций. Тренировки второго вида предполагают некоторые вариации упражнений оздоровительной и восстановительной физкультуры, выполняемые преимущественно в положении лежа, где очень хорошо нагружаются мышцы, осуществляется интенсивная, при этом щадящая проработка позвоночника и суставов за счет полного исключения осевой нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Основные методические принципы организации оздоровительных тренировок силовой направленности в своей основе мало чем отличаются от стандартных развивающих силовых нагрузок спортивного плана. Это в первую очередь систематичность, постепенность увеличения нагрузки, цикличность (изменение нагрузки в недельном, месячном и годовом циклах). Оздоровительные тренировки имеют особенности, позволяющие выделять их как отдельный вид в общей многоплановости силовых тренировок. Главная особенность интересующего нас тренинга – это соотношение развивающей и восстановительной работы.

Восстановительный компонент играет в оздоровительном тренинге ведущую роль. Обычная тренировка, нацеленная на улучшение силовых показателей, состоит преимущественно из развивающих упражнений, восстановительные упражнения включаются эпизодически и в небольшом объеме, а в некоторых циклах отсутствуют полностью. В случае планирования оздоровительных тренировок на одно развивающее упражнение предполагается два, а в некоторых случаях три восстановительных упражнения.

К развивающим упражнениям силового характера мы отнесли многосуставные упражнения, включающие в работу несколько мышечных групп и имеющих определенную компрессионную нагрузку на позвоночник и суставы. Данные упражнения можно выполнять и со свободными отягощениями, и в тренажерах. К основным развивающим упражнениям относятся жимы штанги, гантелей в различных положениях (лежа, сидя, стоя, в тренажерах), все виды тяг (становая, в наклоне, на прямых ногах и т.д.), подтягивания, отжимания на гимнастических снарядах, приседания в различных вариантах (присед классический, фронтальный, в тренажере, гак-присед и пр.). К этой же группе относятся и тяжелоатлетические сложноординационные упражнения: рывок, толчок и их модификации [3].

Многие специалисты в области физической культуры полагают, что указанные упражнения категорически противопоказаны тем, кто имеет проблемы с позвоночником и суставами. По их мнению, любая осевая нагрузка с отягощением разрушающе воздействует на проблемные зоны. Однако не нужно забывать, что эволюция опорно-двигательного аппарата человека – это природная приспособленность к осевой нагрузке и вся жизнедеятельность человека протекает в условиях этой нагрузки, он биологически приспособлен к ней. Убрать эту нагрузку вообще означает лишить нормальной работы и питания множество глубоких мышц-стабилизаторов, ответственных за правильное положение позвоночника и суставов. Естественно, людям с патологиями опорно-двигательного аппарата необходимо с осторожностью подходить к выбору и сопутствующим параметрам вышеуказанных упражнений. Как мы уже говорили выше, организация силовых тренировок восстановительного характера требует большого объема декомпрессионных упражнений. Этот вид нагрузки предполагает реверсное, противоположное осевому направление движения с участием мышц, которые в повседневной физической деятельности задействуются незначительно. Характерная особенность данного вида упражнений – это изначальное, выгодное положение позвоночника и суставов, находящихся в положении вытяжки, тогда как мышцы активно работают, перемещая груз через блочную систему тренажеров, или преодолевая натяжение резиновых жгутов или эспандеров. В большинстве случаев декомпрессионные упражнения выполняются в блочно-тросовых тренажерах, специально сконструированных для целей реабилитации, однако большинство стан-

дартного оборудования фитнес-индустрии можно успешно использовать в аналогичных случаях. К примеру, разработанные профессором С.М. Бубновским многофункциональные тренажеры, применяемые в его практике, по многим параметрам похожи на современное оборудование тренажерных залов.

Сочетание развивающей и восстановительной нагрузки в нашем случае – это сохранение высокого качества жизни и требуемого уровня физической активности, влияющих на профессиональное долголетие. На примере тренировки мышц спины рассмотрим построение недельного цикла распределения нагрузки. Поскольку речь идет о тренировках восстановительной направленности, недельный цикл предполагает большее количество тренировочного времени в отличие от аналогичного цикла тренировок силового плана. Недельный микроцикл в нашем случае будет состоять из четырех тренировочных занятий. Две тренировки в этом цикле будут условно силовыми и две по программе партерной гимнастики (табл. 1).

Таблица 1

Недельный цикл физических упражнений для сотрудников полиции с нарушениями опорно-двигательного аппарата

№ п/п	Дни недели	Виды упражнений
1	Понедельник	Силовая тренировка в тренажерном зале
2	Вторник	Оздоровительная гимнастика
3	Среда	Отдых
4	Четверг	Силовая тренировка в тренажерном зале
5	Пятница	Оздоровительная гимнастика
6	Суббота и воскресенье	Отдых

Первое упражнение в программе – многосуставное, комплексное, включающее в работу большой массив мышечных волокон и способствующее увеличению силовых показателей целевых мышц и мышц-стабилизаторов. Наиболее продуктивными упражнениями являются: становая тяга со штангой или гантелями и наклоны с различного вида отягощениями для низа спины и подтягивания, или тяги верхнего блока в тренажере для верха. Данные упражнения дают очень хороший результат при соблюдении ряда условий, а именно:

– качественная разминка;

– правильная техника выполнения упражнений;

– правильный подбор тренировочного веса (в тренировках восстановительного характера величина отягощения не имеет первостепенного значения, при подборе рабочего веса ориентируемся на четкое комфортное движение и ощущение работающих мышц);

– амплитуда движения. Нужно избегать крайних положений, особенно в верхней точке, не допускать прогиба в позвоночном отделе, как это делают пауэрлифтеры;

– темп выполнения упражнений должен быть всегда умеренным, ориентация на плавное движение без рывков и ускорений. Здесь важен контроль в каждой точке амплитуды.

Соблюдая установленную нами схему, за развивающими упражнениями для мышц спины необходимо включать восстановительные упражнения в пропорции два к одному. Из всего перечня упражнений восстановительного характера для поясничного отдела спины наиболее хорошо рекомендовали себя гиперэкстензии: прямая и обратная, причем эффективны все варианты их выполнения, и с дополнительной нагрузкой, и без нее. Далее за гиперэкстензией целесообразно выполнять два-три декомпрессионных упражнения на блочных тренажерах, обеспечивающих хорошее вытяжение позвоночника и одновременно хорошо нагружающих мышцы-антагонисты, работающие в направлении, обратном компрессионной нагрузке. Из широкого перечня упражнений, предлагаемых профессором С.М. Бубновским, можно экспериментально подобрать несколько упражнений, подходящих для каждого конкретного случая индивидуально. В заключение тренировочной программы для мышц спины можно выполнять вертикальные висы на перекладинах, но не в пассивном режиме, а сочетая их с активной работой мышц верха спины. Это в первую очередь подтягивания, или тяга верхнего блока к груди. Эти упражнения при соответствующей тренировке имеют кроме того и мощное развивающее, анаболическое воздействие на организм в целом.

Оздоровительная гимнастика – это комплекс упражнений, направленный на укрепление ослабленного по какой-либо причине организма и поддержания его в здоровом состоянии [7]. Упражнения оздоровительной гимнастики выполняются на полу и доступны для любого возраста. В связи с тем, что комплекс выполняется в положении сидя, лежа или на боку, любые нагрузки на суставы становятся минимальными. В ходе такой тренировки прорабатываются все группы мышц.

Таблица 2

Рекомендуемые виды оздоровительной гимнастики для сотрудников полиции с проблемами опорно-двигательного аппарата

№ п/п	Виды оздоровительной гимнастики	Методические рекомендации	Время тренировки
1	Силовые упражнения	Декомпрессионные упражнения, обеспечивающие хорошее вытяжение позвоночника и одновременно хорошо нагружающие мышцы-антагонисты, работающие в направлении, обратном компрессионной нагрузке	до 40 мин
2	Стретчинг	Упражнения на развитие амплитуды движения в суставах и гибкости мышц спины и прилегающих к ним групп мышц.	20 мин
3	Медитация	Погружение во внутренний мир, позитивный настрой, укрепление веры	до 15 мин

В результате занятий восстанавливается эластичность связок, подвижность суставов. Гимнастика всегда выполняется в медленном ритме с правильным дыханием, чтобы в правильном ритме происходило кровообращение и питание опорно-двигательной системы. Рекомендуемые виды оздоровительной гимнастики представлены в табл. 2.

Разработанная нами методика организации оздоровительного и восстановительного тренинга поможет сотрудникам правоохранительных органов, имеющих различные формы нарушений опорно-двигательного аппарата, связанные с условиями профессиональной деятельности, уменьшить болезненные ощущения и в целом улучшить самочувствие.

Заключение

Изучив имеющийся опыт, исследования ряда специалистов и мнения экспертов, работающих в изучаемой проблематике, мы пришли к выводу, что для сотрудников правоохранительных органов, имеющих различные формы нарушений опорно-двигательного аппарата, необходимо организовывать занятия физической культурой оздоровительного и восстановительного характера. Представленная методика организации оздоровительного и восстановительного тренинга, затрагивающая функциональную готовность систем организма справляться с различными деструктивными

факторами, такими как перегрузки, нарушения, травмы, позволяет при правильном методическом и технологическом обеспечении добиваться решения важнейших задач сохранения и поддержания на требуемом уровне здоровья, физической подготовленности и как итог – профессионального долголетия сотрудников правоохранительных органов.

Список литературы

1. Евтушенко А.А., Силантьев В.В. Физическая культура как средство укрепления и сохранения сотрудника полиции // Эпоха науки. 2021. № 27. С. 93–98.
2. Mischenko N., Kolokoltsev M., Romanova E., Alontsev V., Ustselemov S., Strashenko V., Andrianov A. Program for improving strength abilities of 16–17-year-old students in the additional physical education system. Journal of Physical Education and Sport. 2020. 20 (5). P. 2796–2802.
3. Андрианов А.С. Развитие личностно-профессиональных качеств сотрудников органов внутренних дел в процессе первоначальной подготовки в вузах МВД РФ: дис. ... канд. пед. наук. Красноярск, 2020. 206 с.
4. Бубновский С.М. Азбука здоровья. Все о позвоночнике и суставах от А до Я. М.: ООО «Издательство «Э», 2017. 443 с.
5. Камнев Р.В. Оздоровительная направленность практических занятий по физической подготовке сотрудников полиции РФ / Научные достижения и открытия. Пенза, 2020. С. 129–132.
6. Бубновский С.М. Кинезиотерапия на каждый день. М.: ООО «Издательство «Эксмо», 2019. 350 с.
7. Боярская Л.А. Методика и организация физкультурно-оздоровительной работы: учебное пособие. Науч. ред. В.Н. Люберцы. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. 120 с.

УДК 378.2

НОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ СИНХРОННОГО ПРОКТОРИНГА НА ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ

¹Булат Р.Е., ²Байчорова Х.С., ¹Лебедев А.Ю., ¹Никитин Н.А.¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России», Санкт-Петербург, e-mail: bulatrem@mail.ru;²ФГКВУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: baj-hafizka@mail.ru

Период пандемии выявил недостаток существующих инфраструктурных возможностей, цифровых ресурсов и инструментов, методических решений для осуществления государственной итоговой аттестации посредством дистанционных образовательных технологий, что обусловило поиск новых технологических решений, научно обоснованного педагогического инструментария онлайн-оценки при проведении государственных аттестационных испытаний. Авторами доказывается целесообразность развития технологий синхронного прокторинга на основе анализа недостатков и затруднений в период государственной итоговой аттестации 2020 г. В статье представлены результаты разработки и апробации новационного подхода к применению синхронного прокторинга, отвечающего требованиям нормативно-правовой базы и нацеленного на повышение эффективности оценки результатов профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования. Предложенное комплексное решение имеет принципиальное отличие от существующих в том, что разработанный сценарий для заслушивания ответа или доклада осуществляется по новой, ранее не апробированной траектории. Сценарий, в котором время подготовки, ответа и работы с государственной экзаменационной комиссией четко регламентировано и спланировано для каждого обучающегося в соответствии с нормативными требованиями, предопределил решение задачи расчёта регламента времени работы всех участников государственных аттестационных испытаний на основе линейных алгебраических выражений и неравенств. Апробация разработанного комплексного решения вопросов планирования регламентов дистанционного проведения государственных аттестационных испытаний и их сопровождение проктором (группой прокторов) доказала его преимущество в сравнении с ранее предложенными. Внедрение новационного подхода к применению синхронного прокторинга не только позволило решить проблемные задачи проведения государственной итоговой аттестации с применением дистанционных образовательных технологий, но и разрешить ряд противоречий классического очного проведения государственного экзамена.

Ключевые слова: онлайн-обучение, синхронный прокторинг, регламент дистанционного проведения государственной итоговой аттестации, проктор

AN INNOVATIVE APPROACH TO THE USE OF SYNCHRONOUS PROCTORING IN STATE CERTIFICATION TESTS

¹Bulat R.E., ²Baychorova Kh.S., ¹Lebedev A.Yu., Nikitin N.A.¹Saint Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, e-mail: bulatrem@mail.ru;²Military Academy for Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev, Saint Petersburg, e-mail: baj-hafizka@mail.ru

The period of the pandemic revealed a lack of existing infrastructural capabilities, digital resources and tools, methodological solutions for the implementation of state final certification through distance educational technologies, which led to the search for new technological solutions, scientifically-based pedagogical tools for online assessment during state certification tests. The authors prove the feasibility of the development of synchronous proctoring technologies based on the analysis of shortcomings and difficulties during the period of the state final certification in 2020. The article presents the results of the development and testing of an innovative approach to the use of synchronous proctoring that meets the requirements of the regulatory framework and is aimed at increasing the efficiency of assessing the results of vocational training in educational institutions of higher education. The proposed complex solution has a fundamental difference from the existing ones in that the developed scenario for hearing a response or a report is carried out along a new, previously untested trajectory. The scenario, in which the time for preparation, response and work with the state examination commission is clearly regulated and planned for each student in accordance with regulatory requirements, predetermined the solution to the problem of calculating the time schedule for all participants in state certification tests based on linear algebraic expressions and inequalities. Approbation of the developed complex solution to the planning of regulations for remote state certification tests and their support by a proctor (group of proctors) proved its advantage in comparison with those previously proposed. The introduction of an innovative approach to the use of synchronous proctoring not only made it possible to solve the problematic tasks of conducting state final certification using distance educational technologies, but also to resolve a number of contradictions of the classical full-time state exam.

Keyword: online training, synchronous proctoring, regulations for remote state final certification, proctor

Ограничения, принятые в марте 2020 г. в рамках мер по недопущению распространения коронавирусной инфекции (COVID-19), предопределили вынужденный экстренный перевод обучающихся очной формы образовательных организаций высшего образования на дистанционный формат обучения [1, 2]. Период пандемии выявил недостаток существующих инфраструктурных возможностей, цифровых ресурсов и педагогических инструментов, методических решений для осуществления очной формы обучения посредством дистанционных образовательных технологий (ДОТ) [3].

Опыт показал и то, что в России недостаточно разработок в области систем прокторинга. Так, в аналитическом докладе [4] отмечается, что дефицит практик онлайн-оценки образовательных результатов обучающихся оказался одной из серьезных проблем в период ограничений. В российских вузах до весны 2020 г. отсутствовал опыт массового применения системы прокторинга. Поэтому сложившаяся ситуация активизировала поиск новых технологических решений, научно обоснованного педагогического инструментария онлайн-оценки при проведении промежуточной и итоговой аттестации.

В сложившейся ситуации наибольшие вопросы вызывала государственная итоговая аттестация (ГИА), так как доля риска ошибки в оценивании уровня подготовки выпускников, возможной по техническим, операционным, психоэмоциональным и другим причинам, возросла многократно. Поэтому в кратчайшие сроки вузам потребовалось выбрать оптимальную технологическую платформу, разработать локальные нормативные акты и сценарии проведения государственных аттестационных испытаний (ГАИ) в онлайн-формате, соответствующие обязательным требованиям приказов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В результате многие вузы выбрали выжидательную позицию: *«по данным опроса ректоров российских образовательных организаций высшего образования об опыте работы в режиме ограничений, вызванных пандемией COVID-19, многие вузы ждут единого решения от Министерства науки и высшего образования РФ для всех вузов по системе прокторинга»* [5]. По данным из доклада министра науки и высшего образования часть образовательных организаций высшего образования не пыталась решить задачи дистанционного проведения ГИА, а воспользовалась своим правом в требованиях Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

и внесла изменения в учебные планы выпускников. Изменения состояли в исключении государственного экзамена из мероприятий ГИА. По нашему мнению, такое решение признать шагом вперед в повышении качества профессиональной подготовки выпускников затруднительно.

Поэтому актуальность нашего исследования обусловлена объективной потребностью совершенствования подходов к применению технологии прокторинга для ГИА, отвечающего требованиям нормативно-правовой базы в области образования в Российской Федерации и нацеленного на повышение качества профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования.

Материалы и методы исследования

Анализ существующих российских подходов к решению задачи проведения ГИА в онлайн-формате показал, что технология прокторинга имеет опыт применения, но массово никогда не использовалась [6, 7]. Часть образовательных организаций высшего образования предприняла значительные усилия по изучению положительного опыта дистанционной аттестации обучающихся на массовых открытых онлайн-курсах, что способствовало «масштабированию» технологий онлайн-оценки результатов обучения [8]. Это позволило в большинстве вузов России провести государственные экзамены и защиту выпускных квалификационных работ дистанционно с использованием технологии прокторинга.

Технология прокторинга представляет собой совокупность технических условий и организационных процедур по дистанционному мониторингу за контрольно-оценочным мероприятием обучающегося. Прокторинг по времени проведения классифицируется на синхронный и асинхронный.

В асинхронном прокторинге испытание проводится с видеозаписью веб-камеры обучающегося и рабочего стола его компьютера, а процедуру идентификации, а также соблюдение всех требований, предъявляемых к обучаемым во время сдачи онлайн-испытания, проктор анализирует в записи. Он принимает решение о нарушении правил проведения онлайн-испытания и имеет право аннулировать полученный результат по аналогии с ситуацией использования «шпаргалки» на очном экзамене. При этом если обучающийся не согласен с замечаниями, он может подать апелляцию. Апелляционная комиссия рассматривает апелляцию, прибегая к видеозаписи. Наличие зафиксированной записи процесса сдачи онлайн-испытания является преимуществом асинхронного прокторинга.

Синхронный прокторинг предполагает проведение контрольно-оценочного мероприятия в режиме реального времени и может быть реализован в трёх вариантах сопровождения:

1. За проведением онлайн-испытания наблюдает проктор. Все онлайн-испытания проходят с видеозаписью веб-камеры обучающегося и рабочего стола его компьютера. Перед началом онлайн-испытания проктор проводит идентификацию личности, а в ходе его фиксирует нарушения установленных требований [9].

2. Автоматизированный прокторинг – компьютерная программа, которая без участия человека проводит процедуру идентификации личности, отслеживает поведение обучающегося, анализирует любые звуки в помещении, фиксирует все нарушения и формирует отчет по окончании работы.

3. Комбинированный прокторинг – совместная работа проктора и компьютерной программы. Программа контролирует действия обучающегося и при выявлении нарушения сообщает об этом проктору. Проктор может наблюдать за обучающимся в онлайн-режиме параллельно с программой. Комбинированный прокторинг признается самым надежным способом, так как любая компьютерная программа в любой момент может дать сбой [10].

Вузам, которые организовывали ГИА с применением синхронного прокторинга, предстояло решить следующие взаимосвязанные задачи технического и организационного характера:

- обеспечение идентификации личности обучающегося;
- определение организатора виртуальной аудитории для участников ГАИ;
- техническое администрирование и модерирование виртуальных аудиторий;
- выделение времени на подготовку к ответу, предусмотренного локальным нормативным актом, при сдаче государственного экзамена;
- организация контроля обучающегося во время его подготовки к ответу при сдаче государственного экзамена;
- приём государственного экзамена и рассмотрение выпускных квалификационных работ у утвержденного в расписании количества обучающихся в рамках нормативного рабочего времени педагогических работников [11].

Опыт показал, что эти задачи стали труднодостижимыми для большинства вузов. Согласно результатам аналитического опроса [12] эти вузы при использовании синхронного прокторинга выбрали путь изменения содержания и формата проведения

государственного экзамена: проведение тестирования; организация письменного экзамена в форме решения ситуативных задач; выполнение контрольной работы и др.

Для тех вузов, которые попытались сохранить содержание и формат очных ГАИ, совокупность представленных задач при проектировании сценариев онлайн-мероприятий ГАИ потребовала комплексного решения. При этом чаще всего реализация ими синхронного прокторинга заключалась в поочередном подключении обучающихся к виртуальной аудитории государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) для устного ответа. Однако такой подход не в полной мере обеспечивает выполнение перечисленных выше задач, в том числе:

- работа ГЭК выходит за рамки нормативного времени согласно утвержденному расписанию в связи с подготовкой к ответу обучающегося в той же виртуальной аудитории, где проходит заседание ГЭК;
- выпускники испытывают переживания, связанные с высокой ответственностью за свои операционные действия, обеспечение интернет-соединения и пользовательские навыки в новом программном обеспечении;
- значительное количество технических помех в виртуальной аудитории в связи с одновременным подключением нескольких обучающихся (отвечающих и готовящихся к ответу);
- обязанности состава ГЭК или её секретаря расширились за счёт увеличения технической нагрузки, связанной с идентификацией личности и контролем подготовки каждого обучающегося, а также организацией, администрированием и модерированием виртуальной аудитории.

Современные коммерческие и свободно распространяемые сервисы прокторинга без особых сложностей способны решать большинство задач проведения ГИА. Вместе с тем в вузах широко используются системы видеоконференцсвязи (ВКС), которые не имеют встроенных алгоритмов видеоаналитики, но обладают возможностью демонстрации рабочего стола, показа презентации и записи видеоконференции и поэтому могут послужить подспорьем в организации и проведении онлайн-мероприятий ГАИ.

Однако ни одна из специализированных платформ прокторинга либо ВКС-систем не ориентирована на комплексное решение вышеперечисленных проблемных вопросов, и их применение требует дополнительного сопровождения и решения отдельных организационных и технических задач всеми участниками ГАИ. Например, если дистанционно реализовать подход очного проведения государственного экзамена (при

самостоятельном контроле ГЭК за процедурой подготовки к ответу и поочерёдному заслушиванию обучающихся в рамках одной виртуальной аудитории), как правило, обеспечить единство требований по времени для подготовки к ответу труднодостижимо. При этом проблемы с подключением или периферийными устройствами каждого участника отражаются на условиях работы всех остальных участников.

Несовершенство автоматизированных программ прокторинга также может привести не только к «проверке технической дисциплинированности и стрессоустойчивости» [13] самих обучающихся, но и председателя и членов ГЭК. Технические сбои автоматизированного прокторинга приводили к необходимости пересдач, которые были не регламентированы с точки зрения выделения дополнительного времени работы членов ГЭК, внесения изменения в расписание ГАИ по техническим причинам.

Анализ применения технологий синхронного прокторинга при проведении онлайн-испытаний выявил и другие недостатки: отсутствие необходимого оборудования требуемого уровня; низкое качество и устойчивость интернет-соединения; помехи от находящихся в помещении людей (общегития, многодетные семьи, ремонт у соседей и др.) [14].

Поэтому целью нашего исследования стала разработка новационного подхода к применению технологии прокторинга на ГАИ, отвечающего требованиям нормативно-правовой базы в области образования в Российской Федерации и нацеленного на повышение эффективности оценки результатов профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования.

Для реализации этой цели в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» был разработан и внедрён новационный подход к применению технологии синхронного прокторинга, который успешно прошёл апробацию в период ГИА в июне 2020 г.

Вопросы перехода выпускников очной формы обучения на дистанционный формат подготовки и проведения государственного экзамена, а также подготовки и организации процедуры защиты выпускной квалификационной работы решались на образовательном портале электронной информационно-образовательной среды с применением платформы для ВКС Trueconf.

Приказом начальника университета на основании решения учёного совета в ряд локальных нормативных актов были внесены изменения, учитывающие особенности проведения ГАИ с применением ДОТ. Для про-

ведения ГАИ с применением ДОТ для каждого обучающегося проктором создавалась отдельная виртуальная аудитория с фиксированным регламентом времени работы.

При этом университетом были решены технические и административные вопросы обеспечения идентификации личности обучающегося и контроль соблюдения требований, установленных локальными нормативными актами. Идентификация личности обучающегося обеспечивалась проктором (доверенным лицом образовательной организации). Наличие проктора нивелировало проблему закупки дорогостоящей системы автоматизированного прокторинга, так как платформы ВКС с дополнительными функциями демонстрации рабочего стола и показа презентаций было достаточно.

В обязанности проктора входило обеспечение непрерывной работы ГЭК и секретарей в виртуальных аудиториях. Работа проктора по решению организационных и технических задач регламентировалась разработанными сценариями проведения ГАИ.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках нашего исследования был применён новационный подход к организации работы ГЭК с применением ДОТ. Его принципиальное отличие заключается в отказе от сценариев, в которых осуществляется подключение обучающегося к ГЭК для прохождения ГАИ. В разработанном нами сценарии для заслушивания ответа или доклада подключение осуществлялось по новой траектории: проктор приглашал и подключал членов ГЭК в виртуальную аудиторию обучающегося, в которой он под видеоконтролем проктора готовился к ответу.

Новационный подход предопределил разработку такого порядка организации виртуальных аудиторий для дистанционного участия в ГАИ, в котором время подготовки, ответа и работы с ГЭК должно быть чётко регламентировано и спланировано для каждого обучающегося в соответствии с нормативными требованиями. Поэтому реализация разработанного нами подхода детерминировала включение в обязанности проктора, наряду с классической функцией контроля над ходом испытания, организацию виртуальной аудитории, проведение процедуры идентификации личности обучающегося, а также техническое администрирование и модерирование созданной виртуальной аудитории обучающегося.

Организация синхронного прокторинга в период ГАИ в соответствии с требованиями нормативно-правовой базы и исходя из условий равного количества времени

работы виртуальных аудиторий и объёма обязанностей проктора предопределила решение задачи расчёта регламента времени работы всех участников ГАИ на основе линейных алгебраических выражений и неравенств.

Расчёт регламента для организации прокторинга на государственном экзамене

Основной проблемой при организации государственного экзамена с применением ДОТ являлось определение оптимального количества прокторов для обеспечения эффективной работы ГЭК по установленным в нормативном локальном акте образовательной организации условиям времени на подготовку и ответ обучающегося. Максимально эффективная работа ГЭК по заслушиванию ответов обучающихся на государственном экзамене обеспечивается только при достаточном количестве прокторов.

Регламент времени работы виртуальных аудиторий для проведения государственного экзамена должен соответствовать следующему условию:

$$T_{\text{общ}} \leq 360 \text{ мин.} \quad (1)$$

Общее время работы ГЭК на государственном экзамене определяется по формуле

$$T_{\text{общ}} = x + N \cdot y + (N-1) \cdot z, \quad (2)$$

где x – время на подготовку обучающегося к ответу, мин;

y – время ответа обучающегося, мин;

z – время перехода ГЭК в следующую виртуальную аудиторию, мин;

N – количество виртуальных аудиторий, шт.

Количество виртуальных аудиторий N является расчетным значением, зависящим от значений x , y , z .

Если время начала работы первой виртуальной аудитории принять за t_1 (UTC+03:00), следовательно, время подключения ГЭК для заслушивания ответа обучающегося ts_1 определяется по формуле

$$ts_1 = t_1 + x, \quad (3)$$

а время окончания работы первой виртуальной аудитории tf_1 определяется выражением

$$tf_1 = t_1 + x + y. \quad (4)$$

Для дальнейшей визуализации регламента работы участников государственного экзамена используется графическое представление виртуальной аудитории (рис. 1).

Время начала работы t_i каждой последующей виртуальной аудитории n_i определяется соотношением

$$t_i = t_1 + (n_i - 1) \cdot y + (n_i - 1) \cdot z. \quad (5)$$

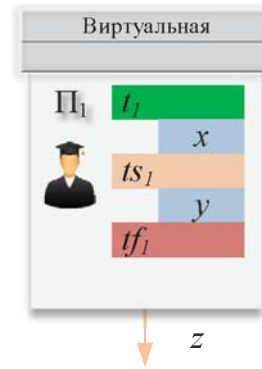


Рис. 1. Графическое представление виртуальной аудитории

Время подключения ГЭК для заслушивания ответа обучающегося ts_i в виртуальной аудитории n_i определяется по формуле

$$ts_i = (t_1 + x) + (n_i - 1) \cdot y + (n_i - 1) \cdot z, \quad (6)$$

а время окончания работы tf_i виртуальной аудитории n_i определяется выражением

$$tf_i = (t_1 + x) + n_i \cdot y + (n_i - 1) \cdot z. \quad (7)$$

Количество прокторов является расчетным значением, зависящим от значений x , y , z .

Эмпирически было установлено, что для организации каждой последующей виртуальной аудитории проктору необходимо не менее 4 мин.

Следовательно, для определения необходимого количества прокторов, сопровождающих работу ГЭК, задается следующее условие:

$$t_i < tf_i + 4. \quad (8)$$

Пока выполняется данное условие, для создания последующей виртуальной аудитории будет привлекаться новый проктор.

Со времени начала работы первой t_1 и каждой последующей виртуальной аудитории t_i проктор осуществляет подключение, идентификацию личности обучающегося и контролирует получение экзаменационного билета, а затем в режиме синхронного прокторинга контролирует подготовку обучающегося к ответу x .

Получение экзаменационного билета осуществляется посредством личного кабинета обучающегося на образовательном портале электронной информационно-образовательной среды. После получения билета обучающийся в течение x минут готовится к ответу.

Для заслушивания ответа обучающегося проктор подключает ГЭК во время ts_i . При наличии выявленных нарушений в период подготовки обучающегося делает об этом доклад председателю комиссии.

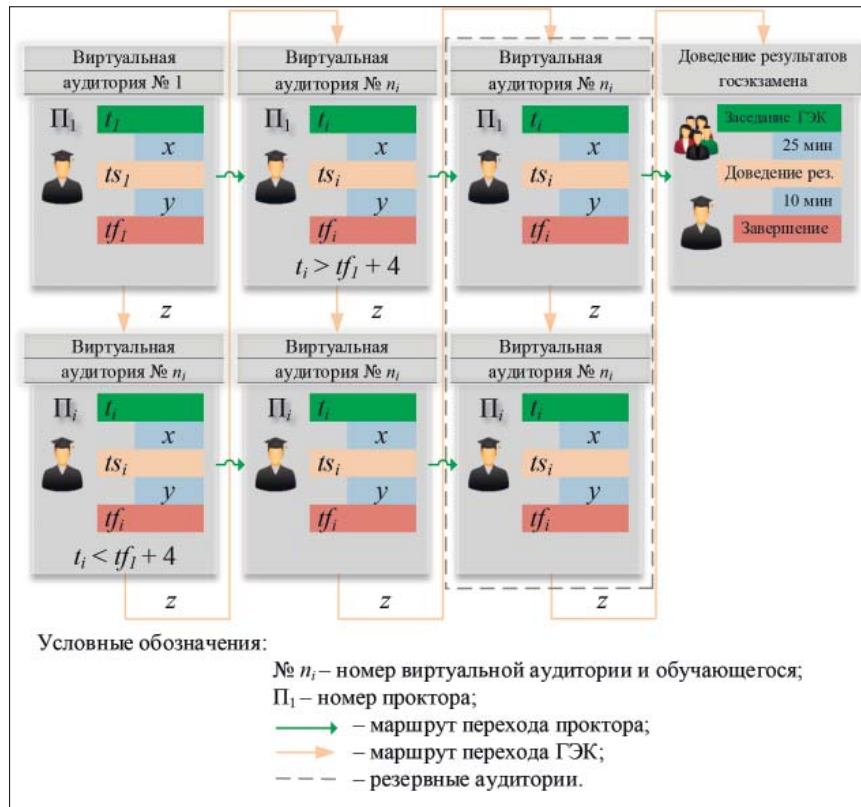


Рис. 2. Графическое представление порядка построения регламента работы виртуальных аудиторий

По указанию секретаря ГЭК обучающийся отвечает на вопросы билета государственного экзамена, а также на дополнительные и уточняющие вопросы в пределах материала, вынесенного на государственный экзамен за период времени y (рис. 2).

Расчёт регламента для организации защиты выпускной квалификационной работы или научного доклада с прокторингом

В отличие от процедуры проведения государственного экзамена, для проведения защиты выпускной квалификационной работы или научного доклада количество привлекаемых прокторов не влияет на эффективность работы ГЭК. Это связано с тем, что в процедуре защиты исключается подготовка обучающегося к ответу.

Вместе с тем регламент времени работы виртуальных аудиторий для проведения защиты выпускной квалификационной работы или научного доклада также должен соответствовать условию (1).

Общее время работы ГЭК для проведения защиты выпускной квалификационной работы или научного доклада определяется по формуле

$$T_{\text{общ}} = n \cdot x + n \cdot y + (n-1) \cdot z, \quad (9)$$

где x – время на доклад обучающегося, мин;
 y – время апологии (защитной речи) обучающегося, мин;

z – время перехода ГЭК в следующую виртуальную аудиторию, мин;

n – порядковый номер виртуальной аудитории, шт.

Количество виртуальных аудиторий N для проведения защиты выпускной квалификационной работы или научного доклада также является расчетным значением, зависящим от значений x , y , z .

Если время начала работы первой виртуальной аудитории принять за t_1 (UTC+03:00), следовательно, время начала апологии обучающегося ta_1 определяется по формуле

$$ta_1 = t_1 + x, \quad (10)$$

а время окончания работы первой виртуальной аудитории to_1 определяется выражением

$$to_1 = t_1 + x + y. \quad (11)$$

Следовательно, время начала работы t_i каждой последующей виртуальной аудитории n_i определяется соотношением

$$t_i = t_1 + (n_i - 1) \cdot x + (n_i - 1) \cdot y + (n_i - 1) \cdot z. \quad (12)$$

Время начала апологии обучающегося ta_i в виртуальной аудитории n_i определяется по формуле

$$ta_i = t_i + n_i \cdot x + (n_i - 1) \cdot y + (n_i - 1) \cdot z, \quad (13)$$

а время окончания работы to_i виртуальной аудитории n_i определяется выражением

$$to_i = t_i + n_i \cdot x + n_i \cdot y + (n_i - 1) \cdot z. \quad (14)$$

Со времени начала работы первой t_1 и каждой последующей виртуальной аудитории ti проктор осуществляет подключение и идентификацию личности обучающегося, а затем подключает ГЭК для заслушивания доклада об основных результатах выпускной квалификационной работы или научно-квалификационной работы обучающегося. На доклад об основных результатах выпускной квалификационной работы или научно-квалификационной работы обучающемуся отводится не более x минут. В рамках периода времени у ГЭК заслушивает апологию обучающегося по дополнительным, уточняющим вопросам, секретарь ГЭК зачитывает отзывы и т.д.

По окончании времени работы виртуальных аудиторий $tf_1 - tf_p$, $to_1 - to_i$ обучающиеся ожидают вызова для доведения результатов ГАИ, а ГЭК переходит в последующие виртуальные аудитории для заслушивания обучающихся с учетом времени z .

Если количество виртуальных аудиторий, спланированных с учетом выполнения условия (1), превышает количество обучающихся, свободные виртуальные аудитории становятся резервными на случай технических неисправностей, возникших в основных виртуальных аудиториях в день проведения ГАИ.

По завершении заслушиваний всех обучающихся одним из прокторов создается виртуальная аудитория для заседания ГЭК и доведения обучающимся результатов ГАИ.

Сценарий ГИА, совместная работа проктора и участников ГАИ апробированы в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России. В эксперименте приняли участие более 1000 чел. в период ГИА в июне 2020 г., и более 200 чел. в январе 2021 г.

Экспертный опрос участников ГАИ (488 чел.):

- констатировал высокую оценку организации проведения ГАИ с применением ДОТ председателей ГЭК и «внешними» членами ГЭК;
- подтвердил оперативность решения проктором технических проблем, возникающих у участников ГАИ;
- удостоверяет создание максимально комфортных технических условий для всех участников ГАИ;

– повысил психоэмоциональную и техническую уверенность обучающихся в период прохождения ГАИ;

– засвидетельствовал снижение технической сложности подключения к виртуальной аудитории обучающегося членов ГЭК, в том числе не имеющих опыта «внешних» представителей, а также возрастных педагогов и педагогов с низким уровнем владения персональным компьютером и программным обеспечением.

По результатам исследования получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Автоматизированный расчет регламента проведения государственных аттестационных испытаний с применением дистанционных образовательных технологий» № 2021610178 от 12.01.2021 г. Правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Заключение

Таким образом, исследование с целью разработки и апробации новационного подхода к применению технологии синхронного прокторинга на ГАИ, отвечающей требованиям нормативно-правовой базы в области образования в Российской Федерации и нацеленной на повышение эффективности оценки результатов профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования позволяет сформулировать ряд выводов.

1. Период пандемии выявил недостаток существующих инфраструктурных возможностей, цифровых ресурсов и инструментов, методических решений для осуществления ГИА посредством ДОТ, что обуславливает поиск новых технологических решений, научно обоснованного педагогического инструментария онлайн-оценки при проведении промежуточной и итоговой аттестации.

2. Анализ существующих российских подходов к онлайн-проведению ГИА показал, что при решении этой задачи наиболее целесообразна технология синхронного прокторинга.

3. Применение синхронного прокторинга требует решения взаимосвязанных задач технического и организационного характера:

- обеспечение идентификации личности обучающегося;
- определение организатора виртуальной аудитории для участников ГАИ;
- техническое администрирование и модерирование виртуальных аудиторий;

– выделение времени на подготовку к ответу, предусмотренного локальным нормативным актом, при сдаче государственного экзамена;

– организация контроля обучающегося во время его подготовки к ответу при сдаче государственного экзамена;

– приём государственного экзамена и рассмотрение выпускных квалификационных работ у утвержденного в расписании количества обучающихся в рамках нормативного рабочего времени педагогических работников.

4. Решение вузами совокупности задач при проектировании сценариев онлайн-мероприятий ГАИ в 2020 г. имело отдельные недостатки и затруднения при выполнении нормативных требований.

5. Комплексным решением задач организации работы ГЭК с применением ДОТ способен стать новый подход, имеющий принципиальное отличие от существующих и заключающийся в отказе от сценариев, в которых осуществляется подключение обучающегося к ГЭК для сдачи ГАИ. Разработанный сценарий для заслушивания ответа или доклада осуществляется по новационному подходу: проктор приглашает и подключает членов ГЭК в виртуальную аудиторию обучающегося, в которой он под видеоконтролем готовился к ответу.

6. Разработкой предложенного порядка организации виртуальных аудиторий для дистанционного участия в ГАИ, в котором время подготовки, ответа и работы с ГЭК должно быть четко регламентировано и спланировано для каждого обучающегося в соответствии с нормативными требованиями, включила усиление роли проктора в процедуре ГАИ.

7. Разработка синхронного прокторинга в период ГАИ в соответствии с новационным подходом включила решение задачи расчёта регламента времени работы всех участников ГАИ на основе линейных алгебраических выражений и неравенств.

8. Апробация новационного подхода к планированию регламентов дистанционного проведения ГАИ и их сопровождение проктором (группой прокторов) доказала его преимущества, так как позволила:

– повысить эффективность работы ГЭК при соблюдении нормативных требований;

– обеспечить равноправные условия всем обучающимся в период ГАИ по нормативным требованиям ко времени подготовки;

– использовать резервные виртуальные аудитории при возникновении технических проблем в основных виртуальных аудиториях;

– снизить операционную, техническую и психоэмоциональную нагрузку на обучающихся, секретаря и членов ГЭК.

9. Внедрение новационного подхода к применению технологии синхронного прокторинга не только позволило решить проблемные задачи проведения ГИА с применением ДОТ, но и разрешить противоречие классического очного проведения государственного экзамена: был выполнен принцип справедливости по критерию времени подготовки обучающегося к ответу (четвертый зашедший в аудиторию имеет время, равное времени на подготовку первого).

Список литературы

1. Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А. Психолого-педагогические ресурсы повышения готовности обучающихся к образовательному процессу в условиях электронной информационно-образовательной среды // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2020. № 3. С. 172–178.
2. Минаев А.И., Исаева О.Н., Кирьянова Е.А., Горнов В.А. Особенности организации деятельности вуза в условиях пандемии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29858> (дата обращения: 09.02.2022).
3. Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А., Поборчий А.В. Психолого-педагогические аспекты экстренного перехода обучающихся очной формы обучения на дистанционный формат подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 10. С. 140–147.
4. Аналитический доклад. Высшее образование: уроки пандемии. Оперативные и стратегические меры по развитию системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://ioe.hse.ru/lawworks/news/412848936.html> (дата обращения: 21.03.2022).
5. Путин В.В., Фальков В.Н. Совещание по текущей ситуации в системе образования. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63376> (дата обращения: 09.02.2022).
6. Коломенцева Д.А. Прокторинг государственной итоговой аттестации (из опыта работы ТГПУ им. Л.Н. Толстого) // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. 2020. № 3. С. 37–40.
7. Назарова Л.И., Симан А.С., Лямина И.М., Колоскова Г.А. Организация прокторинга в дистанционном обучении студентов аграрного вуза // Агроинженерия. 2020. № 4 (98). С. 72–77.
8. Фальков В.Н. 77% российских университетов готовы к проведению выпускной аттестации онлайн. [Электронный ресурс]. URL: https://www.stop100.ru/news/123656/?phrase_id=19408 (дата обращения: 21.01.2022).
9. Hylton K., Levy Y., Dringus L.P. Utilizing webcam-based proctoring to deter misconduct in online exams. Computers & Education. 2016. Т. 92–93. С. 53–63.
10. Добровинский Д.С., Ловещкий И.В., Попов М.А. Прокторинг как инструмент развития дистанционного образования // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2018. Т. 2. С. 27–32.
11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020) // Собрание законодательства РФ. Ст. 333
12. Российские эксперты высказались о государственных экзаменах в условиях пандемии. [Электронный ресурс]. URL: <https://pskgu.ru/page/2e00c2d4-9c15-4b36-bff8-32f176c209fc> (дата обращения: 20.01.2022).
13. Открытое письмо за пересмотр решений по вопросу прокторинга. [Электронный ресурс]. URL: <https://caramellaapp.com/uspenskaya/Vy5QvFzbo/open-letter> (дата обращения: 02.02.2022).
14. Универсанты против ГОСов: история дистанционного зачёта. Обращение к декану экономического факультета СПбГУ. [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/@iunivk-universanty-protiv-gosov-istoriya-distancionnogozacheta> (дата обращения: 02.02.2022).

УДК 378.14

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ МЕТОДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Гильманшина С.И., Рахманова А.Р., Миннахметова В.А.

ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Казань, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

Рассмотрен процесс цифровизации методического сопровождения лабораторного практикума студентов подготовительного факультета классического университета на основе системного подхода. Данный подход позволяет сконцентрироваться на обучении студентов подготовительного факультета формулированию цели выполнения лабораторной работы, выводах и объяснению сути процесса – написанию химических уравнений. Применение системного подхода позволило получить целевой продукт – цифровые видеоматериалы по изучению основных классов неорганических соединений и их свойств в виде цифровых видеоопытов, позволяющих обучать иностранных студентов методике проведения химических опытов и анализу проделанной работы. Дана характеристика основных понятий исследования – цифровизация химического практикума, цифровой образовательный контент методического сопровождения, включающий видеоматериалы. Подробно рассмотрены этапы разработки цифровых видеоматериалов (отбор содержания; оптимизация методик выполнения отобранных лабораторных работ и входящих в них опытов; непосредственно съемка и монтаж цифрового видеоматериала). Экспериментальная апробация разработанных методических видеоматериалов в виде серии цифровых видеофрагментов лабораторных работ и видеоопытов дала положительные результаты. Анкетирование иностранных студентов подготовительного факультета университета, участвовавших в онлайн-обучении химии, показало положительные отзывы по их наглядности, соблюдению правил техники безопасности, полезности наличия в цифровых видеоматериалах контрольных вопросов на объяснение химизма процессов.

Ключевые слова: цифровизация образования, химический практикум, методическое сопровождение, цифровой контент, обучение иностранных студентов

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF DIGITAL VIDEOMATERIALS FOR METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE CHEMICAL WORKSHOP

Gilmanshina S.I., Rakhmanova A.R., Minnakhmetova V.A.

Kazan Federal University, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

The process of digitalization of methodological support of the laboratory workshop of students of the preparatory faculty of the classical university on the basis of a systematic approach is considered. This approach allows you to concentrate on teaching students of the preparatory faculty to formulate the purpose of laboratory work, conclusions and explanation of the essence of the process – writing chemical equations. The application of a systematic approach allowed us to obtain a target product – digital video materials on the study of the main classes of inorganic compounds and their properties in the form of digital video experiments that allow teaching foreign students the methodology of chemical experiments and the analysis of the work done. The characteristic of the main concepts of the study is given – digitalization of the chemical workshop, digital educational content of methodological support, including video materials. The stages of development of digital video materials (selection of content) are considered in detail; optimization of methods for performing selected laboratory work and experiments included in them; direct shooting and installation of digital video material). Experimental approbation of the developed methodological video materials in the form of a series of digital video fragments of laboratory work and video experiments gave positive results. A survey of foreign students of the preparatory faculty of the university who participated in online chemistry training showed positive feedback on their visibility, compliance with safety regulations, the usefulness of having control questions in digital video materials to explain the chemistry of processes.

Keywords: digitalization of education, chemical workshop, methodological support, digital content, teaching foreign students

В последние годы традиционно наблюдается увеличение количества иностранных абитуриентов, особенно из стран ближнего зарубежья, желающих поступить в российские университеты. Однако А.А. Белоховцов, И.А. Конюшко, Н.В. Шелковникова, Е.В. Тюменцева, Н.В. Харламова, А.Е. Горденко в публикациях [1–3] отмечают у иностранных абитуриентов недостаточный уровень базовой подготовки, неумение воспринимать на слух большие объемы информации, различия в национальных образовательных стандартах. Это обуславливает

необходимость их обучения по ряду профильных дисциплин (и естественнонаучных в том числе) на подготовительных факультетах российских университетов.

Перед преподавателями подготовительного факультета университета, как отмечается в исследованиях [2, 4], и мы с этим согласны, стоит комплекс задач, связанных с адаптацией учебного материала российских программ профильных дисциплин к уровню подготовки студентов-иностранцев.

Кроме того, опыт дистанционного обучения в период пандемии [3], когда были

проблемы с приездом иностранных студентов в российские университеты, свидетельствует об отсутствии у многих студентов навыков самостоятельной работы, особенно на практических занятиях.

Опыт преподавания в условиях цифровизации университетского образования [5, 6] и на подготовительном факультете авторов данного исследования и других педагогов – авторов публикаций [1, 7] свидетельствует о том, что особенно сложным для иностранцев является восприятие материала по проведению лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ по естественнонаучным дисциплинам (и химии в том числе) требует наличия сформированных умений в области методики проведения эксперимента, наблюдений, объяснения сущности и механизма явления на основе естественнонаучных теорий и законов, написания соответствующих уравнений, прогнозирования результата, формулирования выводов, наконец, соблюдения требований техники безопасности в обращении с оборудованием и реагентами.

Все перечисленное выше обуславливает актуальность исследований по разработке и внедрению цифровых средств методического сопровождения естественнонаучного (в том числе химического) практикума.

Цель исследования – разработать и внедрить цифровые видеоматериалы методического сопровождения химического практикума для иностранных студентов подготовительного факультета классического университета.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании применяется системный подход. Данный подход позволяет сконцентрироваться на обучении иностранных студентов подготовительного факультета формулированию цели выполнения лабораторной работы, выводов и, конечно, объяснению химизма процесса – написанию химических уравнений.

В данном исследовании системный подход позволяет получить целевой продукт – цифровые видеоматериалы по изучению основных классов неорганических соединений и их свойств в виде цифровых видеоопытов, позволяющих обучать иностранных студентов методике проведения химических опытов и анализу проделанной работы.

Основная опытно-экспериментальная работа по разработке цифровых видеоматериалов методического сопровождения лабораторного практикума по химии и его апробация проводилась при обучении иностранных студентов подготовительного фа-

культета в Химическом институте имени А.М. Бутлерова Казанского федерального университета.

Результаты исследования и их обсуждение

В последние годы в образовательном процессе все чаще звучит понятие «цифровизация образования». Однако единого его определения в педагогической литературе нами не обнаружено. Многие авторы выдвигают свою трактовку понятия. Приведем некоторые из них: «цифровизация – это направление непрерывности процесса обучения, иначе говоря, *life-long learning* – обучение в течение жизни, а также его индивидуализации на основе *advanced learning-technologies* – технологий продвинутого обучения» [8, с. 107]; «цифровизация – это комплекс цифровых технологий, нацеленных на результативность, повышение качества образования» [9, с. 103], новейших цифровых технологий, обеспечивающих наибольший объем познаний, компетентностей для саморазвития и отвечающих на вызовы современного общества в контексте образовательной трансформации [9]. Другие авторы [10] определяют понятие «цифровизация» как системную методологию преобразований в учебном процессе, нацеленную на усовершенствование гибкости, приспособленности к существующим потребностям общества и содействующую развитию конкурентоспособных специалистов, приспособленных к «цифровому миру» [10].

Все исследователи едины в одном – цифровизация образования предполагает наличие трансформационных процессов в системе образования, особенно в методике обучения предмету.

В данном исследовании под цифровизацией химического практикума понимается разработка цифрового образовательного контента методического сопровождения химического практикума для иностранных студентов подготовительного факультета классического университета. Соответственно, цифровой образовательный контент должен включать цифровые видеоматериалы в виде серии образовательных виртуальных лабораторий, цифровых видеофрагментов лабораторных работ и видеоопытов с методическим сопровождением их выполнения с соблюдением правил техники безопасности. Содержание видеоматериалов должно отвечать рабочей программе учебной дисциплины.

Разработка цифровых видеофрагментов лабораторных работ и видеоопытов химического практикума для иностранных сту-

дентов подготовительного факультета является длительным сложным многоэтапным процессом. Он включает отбор содержания, оптимизацию методик выполнения опытов, непосредственно съемку и монтаж цифровых методических видеоматериалов. Рассмотрим каждый из этапов подробнее.

Первый этап разработки цифровых методических видеоматериалов химического практикума связан с отбором его содержания. Отбираются наиболее важные для формирования практических компетенций в области химического эксперимента лабораторные работы в соответствии с рабочей программой дисциплины «химия» учебного плана подготовки иностранных студентов на подготовительном факультете Казанского федерального университета. Причем каждая из лабораторных работ включает несколько химических опытов.

Например, лабораторная работа «Основные классы неорганических соединений и их свойства» включает тринадцать опытов. Это опыты по таким темам, как «Влияние кислот на индикаторы», «Отношение кислот к металлам», «Взаимодействие кислот с оксидами металлов», «Взаимодействие кислот с основаниями», «Взаимодействие кислот с солями», «Влияние оснований на индикаторы», «Взаимодействие оснований с кислотными оксидами», «Взаимодействие солей между собой», «Получение комплексных солей» и др.

Для каждого опыта разрабатываются методические рекомендации по использованию необходимого оборудования, обращению с химической посудой, реактивами, специфике проведения опыта с соблюдением техники безопасности, а также контрольные вопросы на усвоение химизма данного процесса (написания соответствующих уравнений реакций).

Например, после проведения опыта «Взаимодействие кислот с оксидами металлов» необходимо отметить наблюдаемые изменения в реакционной среде, назвать признаки реакции, подтверждающие взаимодействие оксидов металлов с кислотами, и записать уравнение химической реакции, объяснить и обобщить полученный результат, сформулировать выводы.

Второй этап связан с оптимизацией методики выполнения отобранных лабораторных работ и входящих в них опытов. На данном этапе мы опирались на научно-методические работы известных педагогов отечественного химического образования М.С. Пак, Е.Е. Минченкова, С.И. Гильманшиной [11–13]. Четко формулировали цель и задачи проведения каждого опыта (изуче-

ние отдельных сторон и аспектов химического явления, формирование обобщенных экспериментальных умений, навыков наблюдения, обобщения и раскрытия сущности явления посредством химического языка – уравнений реакций).

Данный этап связан с реализацией в процессе выполнения отобранных на первом этапе цифровизации методического сопровождения химического практикума опытов таких принципов, как принципы наглядности, надежности, безопасности, техники исполнения, эстетичности, эмоциональности, доступности, убедительности.

Принцип наглядности связан с созданием условий проведения опытов, которые позволяют отчетливо видеть результат химических превращений, раскрывают содержание наблюдаемого явления. Принцип надежности связан с предварительной апробацией эксперимента с целью исключения ошибок в последующей работе. Принцип безопасности включает проведение опытов с соблюдением правил техники безопасности. Принцип техники исполнения подразумевает простоту проведения эксперимента, когда сущность превращений раскрывается в очевидной форме. Принцип эстетичности требует рационального оформления рабочего места, оборудования, расходных материалов, теоретически обоснованного выполнения эксперимента. Принцип эмоциональности реализуется путем положительных впечатлений в ходе наблюдения за химическими превращениями. Принцип доступности состоит в подготовке материала для видеоопытов с учетом возрастных особенностей и интеллектуальных способностей обучающихся. Принцип убедительности выражается в достоверности и аргументированности продемонстрированных химических явлений.

Третий этап – непосредственно съемка и монтаж цифровых методических видеоматериалов. Продолжительность каждого видеофрагмента от 3 до 5 мин. Помимо съемки демонстрации безупречного выполнения опыта, данный этап включает запись аудиосопровождения с методическими рекомендациями по технике выполнения опыта, акцентируя внимание на безопасности и химизме данного явления, его сути. В ряде видео-опытов перед непосредственным его выполнением формулировался проблемный вопрос, на который предлагалось ответить по завершению опыта.

Далее на отснятый экспериментальный материал с помощью программных комплексов Chemical Equation Expert и BATE были наложены уравнения химических реакций.

Кроме того, при разработке цифровых образовательных видеоматериалов использовались обучающие программные комплексы, позволяющие моделировать химические процессы и производить несложные расчёты.

К таким системам можно отнести программу ChemMaths 12.01, которая включает информацию о более чем 1000 химических соединений и их свойствах, а также константы, термодинамические свойства и другие необходимые справочные данные. Одним из преимуществ ChemMaths 12.01 является наличие широкого спектра констант для решения задач по химии и возможность построения трехмерных графиков. Кроме того, при разработке цифрового контента использовались обучающие комплексы ACD ChemSketch 12.01 и Avogadro.

Программа ACD ChemSketch 12.01 открывает возможности для составления химических структур и формул, а также позволяет рассчитать их молекулярные свойства (плотность, молекулярный вес). Расширенный молекулярный редактор Avogadro предназначен для 3D-моделирования, благодаря которому можно создавать и соединять молекулы друг с другом, назначать движения и просматривать данные изменения в режиме реального времени, что способствует цифровой визуализации и усвоению учебного материала студентами подготовительного факультета.

Экспериментальная апробация разработанных цифровых фрагментов лабораторных работ и видеоопытов прошла в течение 2020–2021 учебного года во время онлайн-обучения химии студентов подготовительного факультета Казанского федерального университета. Шесть лабораторных работ химического практикума из десяти работ, обозначенных в программе дисциплины, были представлены соответствующими цифровыми фрагментами и видеоопытами.

После завершения практикума студентам было предложено пройти анкетирование с использованием Google Формы. Получены следующие результаты. На вопрос «Как Вы можете оценить информативность, полезность и доступность подачи материала химического практикума посредством видеофрагментов лабораторных работ и видеоопытов?» около 95% респондентов ответили положительно (5% затруднились ответить). В том числе к достоинствам видеоопытов 45% опрошенных слушателей отнесли высокую наглядность представления результатов химических превращений, 20% – соблюдение правил техники безопасности, 16% – грамотное научно-методическое сопровождение, 14% – эстетичность

выполнения эксперимента, 5% – оптимальную продолжительность видеофрагмента.

Для большей объективности оценки качества разработанных цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума было проведено анкетирование среди студентов 2, 3, 4 курсов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование, профиль – химия», то есть будущих учителей химии. Студенты – будущие педагоги ознакомились с разработанными видеофрагментами лабораторных работ и видеоопытами в ходе проектно-технологических практик на соответствующих курсах и подавляющим большинством высоко оценили информативность и доступность разработанных цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума.

По результатам опроса также было выявлено, что существенным преимуществом цифровых видеоопытов при изучении общей и неорганической химии является сокращение времени (50% респондентов) и повышение наглядности эксперимента (40% респондентов). Однако 10% студентов не видят преимуществ цифровых видеоопытов по сравнению с реальным экспериментом.

В ходе анкетирования 63% опрошенных студентов – будущих учителей высказались за необходимость сохранения в обучении химии оптимального соотношения цифрового виртуального (видеоопыты) и реального эксперимента в пользу последнего. В то же время подавляющее большинство опрошенных студентов в дальнейшем в ходе своей профессионально-педагогической деятельности учителя химии планируют применять цифровые видеоопыты.

В плане формирования компетенций в области проведения химического эксперимента иностранные студенты подготовительного отделения университета и студенты – будущие учителя химии в подавляющем большинстве отметили явное преимущество разработанных цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума по сравнению с методическими указаниями, представленными на бумажном носителе.

Заключение

Разработаны и внедрены цифровые видеоматериалы методического сопровождения химического практикума, которые включают серию цифровых видеоопытов и фрагментов шести лабораторных работ для иностранных студентов подготовительного факультета Казанского федерального университета.

Представлен многоэтапный процесс разработки цифровых видеоматериалов: а) отбор содержания (отобраны наиболее важные для формирования практических компетенций в области химического эксперимента лабораторные работы в соответствии с рабочей программой дисциплины); б) оптимизация методик выполнения отобранных лабораторных работ и входящих в них опытов; в) непосредственно съемка и монтаж цифрового видеоматериала с использованием программных комплексов Chemical Equation Expert и BATE и других.

Экспериментальная апробация разработанных цифровых методических видеоматериалов для практикума по химии в виде цифровых видеофрагментов лабораторных работ и видеоопытов дала положительные результаты. После применения данных цифровых видеоматериалов в онлайн-обучении химии анкетирование иностранных студентов подготовительного факультета университета показало положительные отзывы. Студенты-иностранцы отметили высокую наглядность химического эксперимента и соблюдения правил техники безопасности, полезность наличия в цифровых видеоматериалах контрольных вопросов на объяснение химизма процессов.

Студенты – будущие учителя химии также остались довольны информативностью и доступностью разработанных цифровых видеоматериалов, отметив в качестве их достоинств экономию времени на практических занятиях.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о необходимости применения цифровых видеоматериалов в обучении химии иностранных студентов подготовительных факультетов университетов. Во-первых, с целью повышения адаптации учебного материала российской программы к уровню подготовки студентов-иностранцев, во-вторых, с целью их обучения методике проведения химических опытов. При этом востребованность цифровых образовательных видеоматериалов возрастает

в период пандемий и дистанционного обучения, трудностей с приездом на подготовительные курсы иностранных абитуриентов.

Список литературы

1. Белохвостов А.А., Конюшко И.А. Методические особенности обучения иностранных студентов химическим дисциплинам // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. С. 162–164.
2. Шелковникова Н.В. Особенности организации обучения иностранных студентов истории России // Амурский научный вестник. 2021. С. 75–80.
3. Тюменцева Е.В., Харламова Н.В., Горденко А.Е. Проблемы обучения иностранных студентов в условиях пандемии // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 7. С. 149–158.
4. Ри К.К., Рукавишников В.С., Ким О.Е. Педагогическая поддержка в российских вузах как эффективная мера адаптации иностранных студентов // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 2 (87). С. 182–184.
5. Gilmanshin I.R., Gilmanshin S.I. Technology of e-learning in the university education. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 412. No 1. P. 012022.
6. Gilmanshin S.I., Gilmanshin I.R., Bendyukevich K.G. Digital learning technologies in the university education system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 570. No 1. P. 012027.
7. Забавникова Т.Ю., Степаненко Е.В., Степаненко И.Т. Особенности преподавания естественнонаучных дисциплин для студентов-иностранцев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. № 3 (53). С. 81–88.
8. Никулина Т.В., Стариченко В.Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. С. 107–113.
9. Егорова Е.М. Теоретические основы цифровизации в профессиональном образовании // Вопросы педагогики. 2020. С. 100–109.
10. Николенко Д.В., Большачева Я.К. Дистанционные образовательные технологии как средство повышения эффективности учебного процесса в СПО при изучении физико-математических дисциплин // Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития: сб. статей международной научно-практической конференции. Уфа: Омега, 2020. С. 5–7.
11. Пак М.С. Теория и методика обучения химии. СПб.: Лань, 2018. 368 с.
12. Минченков Е.Е. Практическая дидактика в преподавании естественнонаучных дисциплин. СПб.: Лань, 2020. 492 с.
13. Гильманшина С.И. Дидактика химии [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=3138> (дата обращения: 05.03.2021).

УДК 373.6

ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ДЛЯ БУДУЩЕГО КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

¹Исхаков Ю.Г., ¹Нафиков С.Т., ²Комлацкий В.И.

¹Дирекция по особо охраняемым природным территориям Республики Башкортостан,
Уфа, e-mail: u.iskhakov@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, e-mail: kubanagro@list.ru

Современная модель высшего профессионального образования основана на практико-ориентированном подходе и направлена на формирование у будущих специалистов комплекса компетенций. С учетом этого в вузах страны реализуются федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС). В сфере аграрного образования приказом Министерства образования № 669 от 17.07.2017 г. действует стандарт 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции; направление подготовки – бакалавриат. В соответствии с ним в процессе обучения обучающийся должен приобрести ряд универсальных компетенций, в числе которых обозначены такие, как разработка и реализация проектов; самоорганизация и саморазвитие. В этих условиях актуальной становится ориентация общеобразовательной школы на подготовку старшеклассника, готового к решению жизненно важных ситуаций. Для того чтобы обеспечить дальнейшее развитие пчеловодства, необходимо на уровне общеобразовательных школ формировать у старшеклассников ценностные ориентиры, направленные на мотивацию к труду и последующему карьерному росту. Идея «компетентностного» образования в школе должна ориентировать педагогов на то, чтобы каждый ученик овладевал не только конкретными предметными, но и профессиональными умениями, позволяющими адаптироваться к изменяющимся условиям труда. Это вполне соотносится с основными положениями «Стратегии модернизации содержания общего образования», в которой сформулированы основные положения компетентностного подхода в российском образовании. В качестве пилотного проекта предлагается реализация общеразвивающей программы по пчеловодству. Реализация программы предполагает как аудиторные занятия, на которых школьники будут получать знания о биологических особенностях строения пчел, так и обязательные выезды на пасеку, в ходе которых дети познакомятся с основными операциями по уходу за пчелами. Формирование базовых компетенций позволит не только пробудить интерес к профессии пчеловода, но и поможет будущим студентам в овладении социально-профессиональными компетенциями. После согласования с Министерством образования и науки Республики Башкортостан данная программа по пчеловодству будет реализована в качестве пилотного проекта в отдельных средних школах Республики Башкортостан. Как модель учебной проектной деятельности, она готовилась для презентации на Международном конгрессе «Апимондия», который должен был состояться в г. Уфе в сентябре 2022 г. В связи с геополитической обстановкой его проведение было отменено. В настоящее время ведется поиск новых площадок для демонстрации проекта.

Ключевые слова: компетенции, профессиональные навыки, старшеклассник, пчеловодство, мотивация

THE IMPORTANCE OF FORMING THE PROFESSIONAL SKILLS OF SENIOR SCHOOLS IN COMPETENCE-ORIENTED LEARNING AT THE UNIVERSITY

¹Iskhakov Yu.G., ¹Nafikov S.T., ²Komlatskiy V.I.

¹Directorate for Specially Protected Natural Areas of the Republic of Bashkortostan, Ufa,
e-mail: u.iskhakov@mail.ru;

²Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: kubanagro@list.ru

The modern model of higher professional education is based on a practice-oriented approach and is aimed at developing a set of competencies in future specialists. With this in mind, federal state educational standards (FSSES) are being implemented in the country's universities. Under these conditions, in the field of agricultural education, by order of the Ministry of Education No. 669 dated July 17, 2017, the standard 35.03.07 is in force – Technology for the production and processing of agricultural products; direction of training – bachelor's degree. In accordance with it, in the learning process, the student must acquire a number of universal competencies, including such as the development and implementation of projects; self-organization and self-development. The orientation of the general education school towards the preparation of a high school student who is ready to solve vital situations becomes relevant. In order to ensure the further development of beekeeping, it is necessary at the level of secondary schools to form value orientations among high school students aimed at motivating them to work and subsequent career growth. The idea of "competence-based" education at school should guide teachers to ensure that each student masters not only specific subject, but also professional skills that allow them to adapt to changing working conditions. This fully corresponds with the main provisions of the "Strategy for Modernizing the Content of General Education", which formulates the main provisions of the competence-based approach in Russian education. As a pilot project, it is proposed to implement an elective (optional) course on beekeeping. The implementation of the program involves both classroom lessons, in which schoolchildren will gain knowledge about the biological features of the structure of bees, and mandatory trips to the apiary, during which children will get acquainted with the basic operations for caring for bees. The formation of basic competencies will not only arouse interest in the profession of a beekeeper, but will also help future students in mastering social and professional competencies. After agreement with the Ministry of Education and Science of the Republic of Bashkortostan, this beekeeping program will be implemented as a pilot project in selected secondary schools of the Republic of Bashkortostan.

Keywords: competencies, professional skills, high school, beekeeping, motivation

Подготовка профессиональных кадров, особенно в сфере производства, является одним из ключевых элементов роста экономики. Перспективным направлением модернизации вузовского образования является компетентностный подход к обучению будущих специалистов. Общество нуждается в специалистах, умеющих творчески мыслить и применять научные знания, решая актуальные производственные проблемы. Формирование ключевых компетенций стало вектором обновления высшего профессионального образования во многих европейских странах и в России. Таким образом, приоритетом вузовского образования должно быть, наряду с получением знаний, формирование умений и навыков [1; 2].

Следует отметить, что в течение долгого времени российское высшее образование было построено на традиционном знаниево-ориентированном принципе [3; 4]. При этом молодой специалист, имея солидный багаж предметных теоретических знаний, зачастую не мог применить их на практике. Такая парадигма профессионального образования не давала молодым специалистам навыков анализа и оценки ситуации. Это привело к тому, что в сельском хозяйстве, как и в любом другом секторе экономики, было большое количество выпускников с высшим фундаментальным образованием, но при этом не хватало квалифицированных практико-ориентированных специалистов.

В нынешних условиях главным становится умение разрешать проблемы, возникающие при реализации конкретных производственных задач [5]. Необходим некий симбиоз специальных знаний и способов применения их на практике. От специалиста требуется большая инициативность. Вместе с тем возрастает и его ответственность за принятые решения [6–8]. Усиление практической направленности обучения обуславливает потребность освоения студентом исследовательских и аналитических навыков [9]. Таким образом, для того чтобы стать успешным специалистом, необходимо овладеть совокупностью компетенций. В настоящее время их принято разделять на общие и профессиональные компетенции [10]. Общие являются универсальными, востребованы всеми профессиями. Специальные компетенции необходимы для осуществления конкретного вида профессиональной деятельности специалиста. Для каждого человека профессиональное образование – это не только средство самоутверждения на производстве, но и драйвер социального лифта в обществе.

Выполненный всесторонний анализ имеющихся публикаций по данной тема-

тике свидетельствует об отсутствии строгого определения понятия «компетенция». На наш взгляд, совпадающий с мнением многих ученых, более информативным является определение компетенций как комплекса обобщенных способов действий, обеспечивающего продуктивное выполнение производственной деятельности, способность человека на практике реализовать свою компетентность [11].

Следует отметить, что формирование компетенций у студентов аграрных вузов имеет свои особенности [12]. Это обусловлено тем, что аграриям приходится работать с живыми системами, будь то растения или животные. Нельзя забывать о том, что специалисты-аграрии имеют особый социальный статус на селе, оказывая влияние на устойчивое развитие сельских территорий. Поэтому каждая конкретная ситуация требует индивидуального нестандартного подхода и принятия решений. В связи с этим меняется роль общеобразовательной школы в непрерывном образовательном процессе [12]. Сегодня она должна рассматриваться не только как место для обучения школьников, но и как практическая база подготовки будущих специалистов.

Целью исследования стал анализ значения и роли приобретенных профессиональных навыков школьников в ходе последующего обучения в вузе и овладения компетенциями. В качестве пилотного проекта предложена программа обучения основам пчеловодства в общеобразовательных школах Башкортостана.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования использованы общие методы научного познания: анализ и обобщение. Научная обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечивается исчерпывающей базой, включающей нормативные материалы в области профессионального высшего образования, а также труды отечественных ученых, представленные в глобальных сетевых ресурсах.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе прямой линии 20 июня 2019 г. президент РФ В.В. Путин отметил, что рост производительности труда является одной из ключевых проблем современной России. Это требует подготовки высококвалифицированных кадров, отвечающих требованиям рынка труда. Креативность и инициативность специалистов становятся основными ресурсами экономического и социального развития страны [13].

Как известно, согласно Федеральному закону от 29.12.2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» образование подразделяется на общее образование, профессиональное образование, дополнительное образование и профессиональное обучение. Ряд авторов выделяют в высшем образовании подсистему профессионального образования и, подсистему послевузовского профессионального образования [14; 15].

Общее образование предусматривает формирование как учебно-познавательных, так и профессионально-трудовых компетенций. Овладение ими развивает у школьников способность к самостоятельным действиям и способствует приобретению знаний и профессиональных навыков. Одновременно с этим у старшеклассников формируется отношение к профессии и труду, что может стать первым шагом к выбору профессии по призванию.

Нами проанализирован опыт формирования начальных профессиональных компетенций у школьников на примере привлечения их к занятию пчеловодством. Как известно, Башкортостан имеет давние традиции ведения пчеловодства. Поэтому школьники башкирских школ имеют возможность получить начальные навыки пчеловодства на семейных пасеках. Однако часто это сводится только к привлечению детей к работе по откчке меда или ремонту ульев.

Анализ состояния отечественного пчеловодства свидетельствует о том, что в последние годы в отрасли пчеловодства отмечается дефицит кадров, связанный в первую очередь со старением и уходом поколения пчеловодов, с одной стороны, и отсутствием желания у подрастающего поколения идти на их места, с другой.

Следует отметить, что это касается практически всех рабочих профессий как в сельской местности, так и в промышленности. Однако, на наш взгляд, в Башкортостане специальность пчеловода занимает по важности и пользе для народного хозяйства особое место среди всех других профессий. Республика Башкортостан была и остается на сегодняшний день флагманом пчеловодства в масштабах всей страны. Так, по статистическим данным около 10% всех пчелиных семей и товарной продукции, произведенных в Российской Федерации, приходится на долю республики. Для того чтобы обеспечить дальнейшее развитие отрасли, необходимо, на наш взгляд, уже на уровне общеобразовательных школ формировать у старшеклассников ценностные ориентиры, направленные на мотивацию к труду и последующему карьерному росту. Идея «компетентностного» образования в школе должна

ориентировать педагогов на то, чтобы каждый ученик овладевал не только конкретными предметными, но и профессиональными умениями, позволяющими адаптироваться к изменяющимся условиям труда. Это вполне соотносится с основными положениями «Стратегии модернизации содержания общего образования», в которой сформулированы основные положения компетентностного подхода в российском образовании.

Предлагаемая нами программа факультативных занятий по пчеловодству будет содержать следующие разделы:

1. Роль пчел в жизнедеятельности людей.
2. История развития и этапы становления пчеловодства.
3. Биология пчелиной семьи.
4. Специализация пасек.
5. Основные медоносы.
6. Пасечные постройки.
7. Сезонные работы на пасеке.
8. Инвентарь и оборудование.
9. Основные вредители и болезни пчел.
10. Основы маркетинга в пчеловодстве.

Реализация программы предполагает как аудиторные занятия, на которых школьники будут получать знания о биологических особенностях строения пчел, составе пчелиной семьи, функции пчелиной матки, рабочих пчел, трутней и т.д., так и практические занятия. Для получения начальных компетенций обязательными являются выезды на пасеку, в ходе которых дети познакомятся с основными операциями по уходу за пчелами. Набор навыков должен быть сформирован с учетом возраста ребят. Например, для младших классов на первом этапе достаточно ознакомительной экскурсии на пасеку. Старшеклассники могут уже выполнять операции по уходу за пчелами, участвовать в ремонте ульев и другого инвентаря. Важно, чтобы школьников на пасеке встретил опытный пчеловод, способный привить им любовь к пчелам. Трудовая закалка, полученная юными пчеловодами при работе на пасеке, для многих выпускников может стать основой в дальнейшем для выбора ими будущей профессии.

Считаем целесообразным включение отдельных вопросов по пчеловодству в программу школьных курсов «Технология», «Биология», когда ученики выполняют проекты и приобретают начальные исследовательские навыки, учатся анализировать, обобщать полученные данные и на их основе делать выводы.

На наш взгляд, предлагаемая структура обучающей программы по пчеловодству наиболее проста и понятна, при этом включает все основные аспекты пчеловодства. После согласования с Министерством обра-

зования и науки Республики Башкортостан данная программа по пчеловодству будет реализована в ближайшее время в качестве пилотного проекта в отдельных общеобразовательных учреждениях Республики Башкортостан. Предлагаемая разработка, как модель учебной проектной деятельности, готовилась для презентации на Международном конгрессе «Апимондия» в г. Уфе в сентябре 2022 г. К сожалению, из-за геополитических событий проведение конгресса в России отменено, что не может не вызывать большого сожаления. Российским пчеловодам есть что показать, а организованные в Бурзянском районе Башкортостана пчеловодческие деревни являются единственными в мире центрами бортничества.

При успешной реализации пилотного проекта предлагаемой практико-ориентированной обучающей программы она будет предложена для включения в образовательные программы во всех средних школах Республики Башкортостан, а также рекомендована для преподавания в других регионах Российской Федерации с развитым пчеловодством. Считаем, что это будет способствовать не только привитию любви к пчелам со школьной скамьи, но и послужит ориентиром при выборе будущей профессии.

Следует отметить, что пчелы на современном этапе рассматриваются не только как источник меда и других полезных пчелопродуктов, но и как важный элемент агробиоценоза. Это обусловлено тем, что повсеместное использование в растениеводстве и садоводстве химических средств защиты привело практически к полному исчезновению диких насекомых-опылителей, и пчелы остались фактически единственными организованными опылителями. Между тем более 70% сельскохозяйственных растений являются энтомофильными и нуждаются в опылении. В результате опыления пчелами урожайность энтомофильных культур увеличивается от 15 до 35%, и заменить перекрёстное опыление растений каким-либо другим агротехнологическим приемом невозможно. Площади нуждающихся в опылении культур в районах интенсивного земледелия составляют более 9 млн га, при этом стоимость дополнительного урожая, получаемого благодаря пчелоопылению, оценивается в 10–12 млрд руб.

Развитие пчеловодства требует квалифицированных кадров, поэтому необходимо расширить подготовку специалистов-пчеловодов в колледжах и вузах. При этом начинать следует с проведения профориентационной работы среди школьников, используя различные формы. Для формирования интереса к будущей профессии у школьни-

ков и привития навыков исследовательской работы в Краснодарском крае, например, много лет успешно работает Малая сельскохозяйственная академия, объединяющая школьников со всех районов Кубани. Ежегодно на базе Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина проходят секционные заседания академии, на которых обсуждаются результаты исследований юных аграриев.

Компетенции (основы развития пчел, подкормка пчелиных семей, работа с инвентарем), приобретенные ими в школе, позволяют в будущем стать успешными студентами Кубанского ГАУ – одного из ведущих профильных вузов России. В процессе обучения студенты имеют возможность заниматься в студенческих научных кружках, которые функционируют при каждой кафедре. Например, при кафедре частной зоотехнии и свиноводства студенты занимаются усовершенствованием мобильных опылительных комплексов. В День пчелы, который ежегодно отмечается в мире 20 мая, в оборудованный кабинет пчеловодства приглашаются школьники из сельских и городских школ.

Для освоения инновационных технологий пчеловодения при университете на базе малого инновационного предприятия «ЖИВПРОМ» создана экспериментальная пасека. Работая на ней, обучающиеся в бакалавриате и магистратуре получают профессиональные компетенции и выполняют свои выпускные квалификационные работы. В будущем планируется привлечь к работе и школьников близлежащих школ.

Заключение

Существующий разрыв между требованиями работодателей на рынке труда и умениями молодых специалистов, которые они получают в процессе обучения, обусловил в условиях инновационной экономики необходимость реализации компетентностно-ориентированного подхода в обучении с использованием модели непрерывного профессионального образования. Переход на практико-ориентированное образование подразумевает разумное сочетание фундаментального образования и профессиональной прикладной подготовки. На этом принципе построены федеральные государственные образовательные стандарты (в сфере аграрного образования приказом Министерства образования № 669 от 17.07.2017 г. действует стандарт 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции; направление подготовки – бакалавриат), которые являются основой формирования

новой модели выпускника профессионального образовательного учреждения. Этот формат обучения позволяет перейти в профессиональном образовании от ориентации на воспроизводство знаний к их применению в практической деятельности. Свой вклад в концепцию компетентностно-ориентированного образования вносят факультативные занятия по пчеловодству в общеобразовательных школах, в результате которых у школьников к моменту окончания школы формируется ориентация в сфере будущей профессиональной деятельности. Важным аспектом является формирование устойчивого интереса к будущей профессии, начиная с общеобразовательных школ. Успех в воспитании интереса к профессии в значительной степени определяется тем, какой смысл приобретает учение для ученика, какое место займут новые знания в его жизни. На основании проведенного анализа опыта формирования начальных профессиональных компетенций у школьников на примере привлечения их к занятию пчеловодством, разработана программа факультативных занятий по пчеловодству в общеобразовательных школах.

Список литературы

1. Комлацкий Г.В. Профессиональная компетентность – фактор успешной адаптации специалиста на производстве // Практико-ориентированное обучение: опыт и современные тенденции: материалы учебно-методической конференции (Краснодар, 20 апреля 2017 г.). Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 377–378.
2. Комлацкий В.И. Интеграция инновационной и научно-образовательной деятельности как основа конкурентоспособности аграрного образования // История Кубанского государственного аграрного университета. Взгляд сквозь столетие: материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием), посвященной столетию Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2021. С. 283–289.
3. Комлацкий Г.В. Профессиональная компетентность – фактор адаптации специалиста на производстве // Новые технологии. 2017. No 3. С. 126–132.
4. Комлацкий В.И. Особенности обучения студентов в условиях индустриализации животноводства // Высшее образование в аграрном вузе: проблемы и перспективы: материалы учебно-методической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2018. С. 17–175.
5. Комлацкий В.И. Успех производства – высококвалифицированные кадры // Животноводство Юга России, 2015. № 2 (4). С. 2–3.
6. Комлацкий В.И. Значение выездных занятий при подготовке бакалавров по зоотехнии // Практико-ориентированное обучение: опыт и современные тенденции: материалы учебно-методической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 78–79.
7. Комлацкий В.И., Куликова Н.И. Конкурентоспособность – вектор развития аграрного образования // Инновации в науке, образовании и бизнесе – основа эффективного развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции (Персиановский, 1–4 февраля 2011 г.). Персиановский: ДонГАУ, 2011. С. 59–61.
8. Гайдук В.И., Калитко С.А., Комлацкий Г.В., Арутюнов Э.К. Организация учебной, внеаудиторной и научной деятельности в вузе: учебник для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлениям «Экономика», «Менеджмент». Краснодар, 2014. 395 с.
9. Гайдук В.И., Калитко С.А., Комлацкий Г.В. Организация учебного процесса и научной деятельности при подготовке менеджеров: учебное пособие. Краснодар, 2013. 212 с.
10. Гладких В.В. Синергический подход при создании образовательной среды довузовской подготовки будущих инженеров // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2015. № 112 (08). С. 49–52.
11. Чекалина Т.А. Теоретические основы формирования компетенций студентов вузов // Молодой ученый. 2013. № 3. С. 411–413.
12. Лапшина Е.Г. Компетентностный подход как условие формирования профессиональной компетентности специалиста в сельскохозяйственном вузе // Педагогика: традиции и инновации: материалы I Международной научной конференции Т. 2 (Челябинск, октябрь 2011 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2011. С. 74–764.
13. Пронина Е.И. Тенденции формирования социально-профессиональных навыков и компетенций школьников в период значимых социальных изменений в сфере образования // Общество: социология, психология, педагогика. 2021. № 104-9. С. 71–76.
14. Федотова О.И. К вопросу о профессиональной компетентности будущих специалистов // Вестник Бурятского государственного университета. 2009. № 1. С. 357–359.
15. Комлацкий Г.В. Организация и планирование научных исследований при формировании инновационной адаптивности студентов экономических специальностей // Высшее образование в аграрном вузе: проблемы и перспективы: материалы учебно-методической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2018. С. 376–377.

УДК 37.04:378

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

¹Козлов С.В., ²Быков А.А.¹ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск,
e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;²Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленск,
e-mail: alex1by@mail.ru

В статье рассматриваются особенности обучения студентов работе в автоматизированных системах индивидуального тестирования. Актуальность данного вопроса обусловлена необходимостью внедрения в учебный процесс инструментальных средств моделирования оптимальных образовательных траекторий учащихся. В связи с этим подготовка будущих учителей должна включать как теорию их применения, так и владение функциональными методами работы в специализированных программных средах. При этом обучение необходимо планировать таким образом, чтобы в повседневной практике применения у пользователя автоматизированной системы индивидуального тестирования была возможность быстро перестроиться с одного программного приложения на другое, аналогичное ему по выполняемым функциям. Для этого учебный процесс должен не просто знакомить студентов с разнообразными инструментальными программами, решающими данные задачи. Логика предметного изучения должна формировать алгоритмы применения методов математического моделирования для достижения поставленных результатов обучения оптимальным образом. Ввиду этого авторами предлагается студентам на примере программного комплекса «Advanced Tester» последовательно освоить все шаги диагностики знаний и умений учащихся, получить полное представление о характере всех действий в системах индивидуального тестирования. Особое внимание уделяется описанию всех этапов диагностической работы при построении образовательных траекторий. Охарактеризованы такие этапы, как создание или импортирование графовой модели, создание или импортирование базы тестовых заданий, формирование диагностических тестов и генерирование индивидуальных образовательных траекторий. Набор этих алгоритмических действий составляет завершённый цикл формирования плана изучения материала учебной дисциплины. Именно такой подход обеспечивает получение прочных навыков работы не только в среде программного приложения индивидуального тестирования «Advanced Tester», но и в подобных программных комплексах.

Ключевые слова: образовательная траектория, система индивидуального тестирования, диагностика, математическое моделирование, графовая модель, тестовое задание, программное приложение, автоматизированные системы обучения

FEATURES OF TEACHING STUDENTS TO USE INDIVIDUAL TESTING SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

¹Kozlov S.V., ²Bykov A.A.¹Smolensk State University, Smolensk, e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;²Branch of National Research University "MPEI", Smolensk, e-mail: alex1by@mail.ru

The article discusses the peculiarities of teaching students to work in automated systems of individual testing. The relevance of this issue is due to the need to introduce tools for modeling optimal educational trajectories of students into the educational process. In this regard, the training of future teachers should include both the theory of their application and the knowledge of functional methods of work in specialized software environments. At the same time, training should be planned in such a way that in the daily practice of using an automated system of individual testing, it is possible to quickly rebuild from one software application to another similar to it in terms of the functions performed. To do this, the educational process should not only introduce students to a variety of instrumental programs that solve these problems. The logic of subject study should form algorithms for the application of mathematical modeling methods in order to achieve the set results of training in an optimal way. Therefore, the authors invite students using the example of the "Advanced Tester" software complex to consistently master all the steps of diagnosing the knowledge and skills of students, to get a full understanding of the nature of all actions in systems of individual testing. Special attention is paid to the description of all stages of diagnostic work in the construction of educational trajectories. Steps such as creating or importing a graph model, creating or importing a test job database, generating diagnostic tests, and generating individual educational trajectories are described. The set of these traditional actions constitutes the completed cycle of forming a plan for studying the material of the educational discipline. It is this approach that provides strong working skills not only in the environment of the software application of individual testing "Advanced Tester", but also in such software complexes.

Keywords: educational trajectory, individual testing system, diagnostics, mathematical modeling, graph model, test task, software application, automated training systems

Автоматизированные системы индивидуального тестирования в настоящее время используются все более широко. Растет их многообразие [1, 2], формы и методы при-

менения [3, 4]. Этому способствует совершенствование IT-технологий и их выход на новый уровень. Например, все более активно внедряются методологии интеллек-

туального анализа данных [5, 6]. При этом требования к функциональным возможностям компьютерных сред индивидуального тестирования постоянно возрастают. В связи с этим также повышается как уровень базовых теоретических знаний и умений использования систем на практике, так и уровень владения навыками работы в данных информационных программных комплексах [7]. Будущему преподавателю необходимо, несмотря на интуитивно понятный интерфейс и эргономичность внедряемых в образовательный процесс систем индивидуального тестирования, получать навыки профессиональной работы с их функциональными инструментами.

На современном этапе развития образовательной системы уже недостаточно только умений использования готовых программных модулей для реализации индивидуального и группового обучения оптимальным образом. Особенно это становится актуальным в условиях распространения дистанционных форм обучения ввиду пандемии [8, 9]. Современные компьютерные системы тестирования позволяют либо как минимум генерировать необходимые наборы заданий из имеющегося банка данных, либо как максимум создавать собственные компоненты средств диагностики. Следовательно, для наиболее эффективной организации учебного процесса будущий учитель должен владеть этими средствами в совершенстве. Таким образом, возникает необходимость в обучении профессиональных кадров, способных применять весь спектр имеющихся средств индивидуально-го тестирования в повседневной практике.

Цель исследования – оценка уровня обученности студентов использованию в образовательном процессе систем индивидуального тестирования на примере программного комплекса «Advanced Tester».

Научная новизна состоит в описании этапов процесса обучения студентов применению инструментов автоматизированных систем индивидуального тестирования.

Материалы и методы исследования

Особенности организации учебного процесса на любом уровне современной системы образования предполагают активное внедрение различных методов оценки, диагностики и комплексного мониторинга знаний и умений учащихся. В соответствии с этим учитель должен знать специфику данных методов и быть готов применять их на практике. Эффективность же используемых подходов в настоящее время во многом определяется ввиду больших объемов информационных потоков практикой обра-

щения к функциональным инструментам автоматизированных информационных систем. Работа программных приложений данного вида строится на различных методологиях математического моделирования на основе анализа совокупной информации об исследуемых объектах и связей между ними. Таким образом, арсенал современного успешного преподавателя [10] должен включать владение как базовыми методами математического моделирования индивидуальных образовательных траекторий, так и отдельными специальными приемами и практиками систем индивидуального тестирования учебных достижений учащихся.

Теоретико-методологической основой исследования выступают, с одной стороны, исследования в области деятельностного и системного подходов, а также теории личностно-ориентированного обучения. Данными вопросами в разное время занимались Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, Д.Н. Богоявленский, Е.В. Бондаревская, Л.С. Выготский, З.И. Калмыкова, А.Н. Леонтьев, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, Н.Ф. Талызина, А.П. Тряпицына, И.С. Якиманская. С другой стороны, используется методологическая база и подходы современной теории математического моделирования, диагностики и тестирования, а также концепции информатизации образования. Данные идеи успешно развивали и внедряли в повседневную практику применения В.С. Аванесов, С.А. Бешенков, С.П. Грушевский, М.В. Кларин, К.К. Колин, А.Н. Майоров, Ю.М. Нейман, И.В. Роберт, И.В. Слободчиков, М.Б. Челышкова. Совокупность этих подходов характеризует перечень функциональных средств, необходимых для эффективного воплощения в образовательной деятельности инструментов систем индивидуального тестирования.

Исследование состояло в следующем. Была выдвинута *гипотеза исследования*, что обучение использованию в учебном процессе функциональных средств автоматизированных систем индивидуального тестирования на примере программного комплекса «Advanced Tester» будет способствовать готовности применения студентами аналогичных инструментов компьютерных приложений в практической деятельности.

В рамках современного образовательного процесса студенты разных направлений подготовки и специализации формируют умения и навыки работы в разнообразных программных комплексах электронного обучения. Функционал этих электронных систем во многом схож друг с другом и предоставляет пользователю возможности

изучения теоретического материала, выполнения практических заданий и оценки приобретенных знаний. В то же время студенты педагогического бакалавриата и магистратуры должны не только уметь ориентироваться, как и другие студенты, в информационной среде электронных систем обучения, но и должны уметь наполнять их содержанием, использовать программные инструменты для построения образовательного процесса оптимальным образом.

Последовательно опишем этапы процесса обучения студентов применению инструментов автоматизированных систем индивидуального тестирования. В рассмотрении этих вопросов будем использовать программные модули среды «Advanced Tester» [11]. Работа в данном приложении подобна действиям в других аналогичных компьютерных приложениях. Так, общие приемы открытия, сохранения, закрытия файлов выполняются идентично всем современным программам. В среде есть основная рабочая область, которая предназначена для отображения информации о процессе освоения учебным блоком теоретического материала. Также в ней имеются специализированные диалоговые окна программных модулей для построения графовых моделей, создания базы данных тестовых заданий, ассоциирования набора заданий с изучаемым учебным материалом и формирования оптимальной траектории обучения учащегося. Именно специальные навыки работы с инструментами диалоговых окон являются предметом данного исследования. Оперирование их функционалом, хоть и строится на интуитивно понятных правилах работы и эргономике действий в программной среде, в то же время требует представлений о взаимосвязях программных модулей в единое целое компьютерного приложения. Кроме того, последовательность производимых в автоматизированной системе операций также предполагает знание об алгоритмах построения оптимальных образовательных траекторий.

Первым подготовительным этапом использования возможностей программного приложения «Advanced Taster» и других подобных сред является разработка графовой модели изучаемого материала и ее редактирование. В любом случае, даже если изначально пользователь загружает исходную графовую модель, то ему на этапе построения индивидуальной образовательной траектории приходится ее редактировать. Без выполнения этой операции невозможно оптимизировать траекторию обучения. Ввиду этого навыки формирования вершин графовой модели и задание между ними

связей важны не только на исходном этапе эксплуатации программного комплекса, но и на последующих этапах индивидуального тестирования. Итак, для создания графовой модели студент должен задать перечень вершин графа с помощью ввода данных в определенное для этого поле. Те же действия можно осуществить с помощью указания пути к текстовому файлу, который уже содержит нумерацию и наименование вершин в виде последовательности строк. После с помощью функционала в виде двух выпадающих списков необходимо указать, какой элемент влияет на другой элемент. Затем остается нажать кнопку «Сгенерировать» для получения графовой модели учебного материала. При этом в том случае, если модель редактируется, для внесения в нее новых данных о вершинах и связях между ними служит кнопка «Сохранить изменения».

На втором этапе пользователю необходимо создать или загрузить банк тестовых заданий. В программе «Advanced Tester» для этого имеется специальный встроенный модуль, который предполагает внесение в базу данных заданий как закрытого, так и открытого типа. При этом имеется возможность создания тестовых заданий на соответствие, на установление правильной последовательности, добавление. Кроме того, оболочка обладает многими компонентами форматирования исходных данных, дистракторов и правильных ответов. Тестовые задания также можно загрузить в программную оболочку системы. При этом подчеркнем, что вне зависимости от использования встроенного редактора тестов или варианта с их импортом основное назначение на этом этапе – ассоциирование заданий с набором вершин графа. Именно эта процедура в дальнейшем обеспечивает на основе данных тестирования учащихся формирование индивидуальных траекторий изучения учебного материала.

На третьем этапе студенту, осваивающему возможности автоматизированной системы «Advanced Tester», необходимо сформировать в соответствии с планом обучения набор тестовых заданий для входного контроля знаний. Этот этап является диагностическим, он выполняет функцию оценки исходного уровня учебных умений и навыков обучаемых. Пользователь программного приложения должен сначала указать в специальной форме номера вершин графовой модели, а затем из сгенерированного списка заданий выбрать те, которые он считает необходимыми для стартовой проверки знаний. При этом также имеется возможность с помощью встроенных в программу

критериев формирования теста автоматизированно сформировать набор таких заданий для выполнения. Активация критерия осуществляется в поле специальной формы в виде компонентов единственного и множественного выбора.

На четвертом этапе студентам, получающим навыки работы в программном приложении, следует освоить функционал использования математического аппарата соответствия Галуа и импликативных матриц. При этом необходимости в знании определения этих математических понятий и тонкостей их применения на практике не требуется. Пользователю системы наглядно на индивидуальных графовых моделях отображается текущий уровень учебных достижений учащихся и предлагаются возможные пути формирования дальнейшей траектории обучения в соответствии с представленными в программе на выбор критериями. Обучаемому работе в среде приложения студенту остается автоматизированно сформировать материал для коррекции полученных знаний и умений или разрешить обучаемому переход к следующей теме предметного изучения.

На пятом этапе последовательно повторяются действия предыдущих этапов ввиду необходимости коррекции и уточнения образовательных траекторий учащихся. Это может выражаться в редактировании набора вершин графовой модели, связей между ними, обновлении материала для тестовых заданий, редактировании перечня в тестах проверяемых элементов знаний, ассоциированных с компонентами графовой структуры. Затем при прохождении следующих блоков учебного материала данные пять этапов повторяются. Таким образом, последовательность приемов работы в автоматизированной системе «Advanced Tester» определена следующими навыками:

1. Создание или импортирование графовой модели учебного материала и ее редактирование.
2. Создание или импортирование банка тестовых заданий и его редактирование.
3. Формирование диагностического теста для входного контроля знаний обучаемых.
4. Генерирование индивидуальных образовательных траекторий обучаемых.
5. Формирование оптимального плана изучения предметного материала в соответствии с выбранными критериями.

При этом показателями формирования у студентов навыков работы в программном комплексе «Advanced Tester» служат не только уровень знаний о его возможностях или функциональных особенностях данного приложения. Каждый студент должен по-

нимать алгоритм действий в программной среде и оценивать роль применяемых в нем программных инструментов для построения оптимальных индивидуальных образовательных траекторий с помощью средств математического моделирования [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследовательская деятельность по обучению студентов использованию в образовательном процессе систем индивидуального тестирования проводилась на примере программного комплекса «Advanced Tester» в Смоленском государственном университете. В эксперименте участвовали студенты физико-математического факультета направления подготовки «Педагогическое образование». Педагогический эксперимент проводился в течение двух лет. В первый год в экспериментальной группе студентов со специализацией по математике и информатике изучение возможностей автоматизированных систем индивидуального тестирования осуществлялось с помощью приложения «Advanced Tester». В контрольной группе студентов со специализацией по физике и информатике обучение строилось на изучении общих подходов к моделированию образовательных траекторий с помощью математических методов. Во второй год экспериментальную группу составляли студенты со специализацией по физике, а контрольную группу – по математике. Таким образом, можно говорить о равномерном случайном распределении выборок групп студентов в педагогическом эксперименте. Экспериментальную группу за два года образовали 36 чел., а контрольную группу составили 37 чел.

В каждой из групп – экспериментальной и контрольной – на входе в обучение были проведены диагностика уровня учебных знаний и умений студентов, четыре промежуточные диагностические работы, а также итоговая диагностика. Для оценки уровня индивидуальных и групповых достижений студентов по применению в образовательном процессе систем индивидуального тестирования использовалась система оценки и контроля знаний и умений на основе положений современной теории тестирования. Задача экспериментальной работы состояла в сравнительной оценке уровня обученности студентов использованию в образовательном процессе систем индивидуального тестирования. При этом система индивидуального тестирования «Advanced Tester» рассматривалась как пример полнофункциональной программной среды математического мо-

делирования образовательных траекторий. Для обоснования целесообразности применения в обучении данного подхода исследовались результаты диагностических срезов знаний, количественный анализ которых проводился по формуле

$$S = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}{4},$$

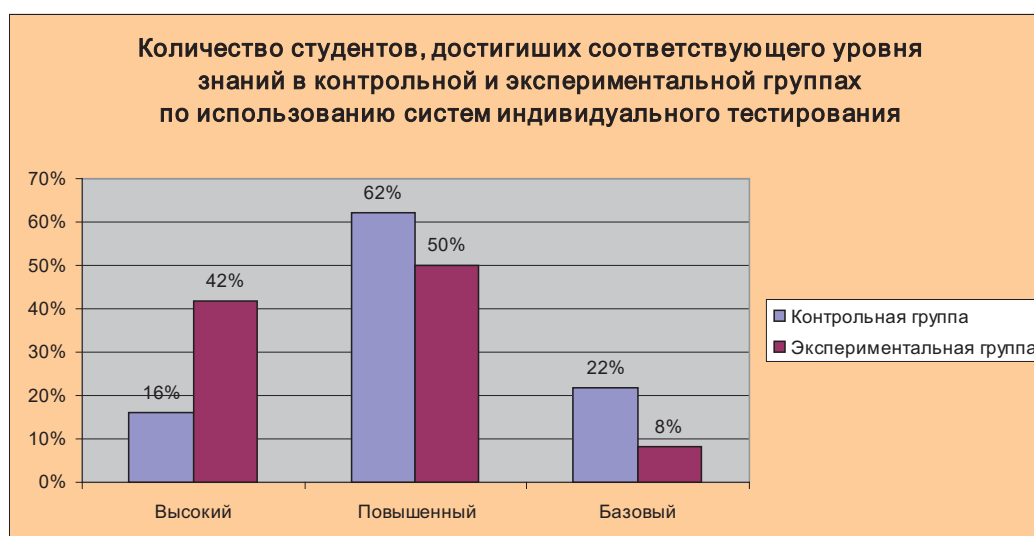
где S_1, S_2 – вопросы по теории, а S_3, S_4 – задания практики, оцененные по десятибалльной шкале. Данные итоговой диагностики учебных достижений студентов по знаниям теоретических основ моделирования траекторий обучения с использованием методологий теории графов и теории тестирования, а также владению навыками работами в автоматизированных программных средах индивидуального тестирования представлены в таблице.

Результаты формирующего этапа эксперимента по использованию систем индивидуального тестирования разработкой программных приложений также отражены на рисунке.

Качественный анализ условий и результатов эксперимента. Количественные данные, полученные в ходе эксперимента в контрольной группе, отражают закон нормального распределения. Результаты диагностических срезов в экспериментальной выборке студентов также в целом подтверждают нормальное распределение со смещением в диапазон показателей высокого уровня учебных достижений. Относительное распределение результатов обучения внутри исследуемых групп демонстрирует большее количество студентов с оценкой знаний выше базового уровня в экспериментальной выборке и, наоборот, меньшее количество студентов с высокими показателями обученности в контрольной выборке. Эти факты можно объяснить, на наш взгляд, тем, что последовательное получение навыков в одной системе индивидуального тестирования, логика построения в ее программной среде образовательной траектории от этапа к этапу с помощью средств математического моделирования способствует более прочному усвоению знаний и умений.

Результаты формирующего этапа эксперимента по использованию систем индивидуального тестирования

Группа	Число студентов, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
Контрольная группа	6	23	8	37
Экспериментальная группа	15	18	3	36
Всего	21	41	11	73



Результаты формирующего этапа эксперимента по использованию систем индивидуального тестирования

Понимание глубинной взаимосвязи всех этапов работы в программных приложениях, предназначенных для построения индивидуальных траекторий обучения, определяет комплексное восприятие в целом. Таким образом, студенты затрачивают меньше времени на адаптацию применения функционала в аналогичных автоматизированных программах индивидуального тестирования знаний и умений. Как показывает эксперимент, студенты контрольной группы в меньшей степени понимают конечную цель использования такого рода программных комплексов. Они во многом используют их возможности как средство тестовой оценки учебных достижений, а не как инструмент формирования траектории обучения оптимальным образом. Ввиду вышесказанного, выдвинутая в проводимом исследовании гипотеза находит свое подтверждение в экспериментальной деятельности авторов.

Заключение

Данные педагогического эксперимента свидетельствуют о рациональности применения системы индивидуального тестирования «Advanced Tester» как инструмента обучения студентов использованию автоматизированных средств математического моделирования при построении образовательных траекторий. Во-первых, программные модули данной системы объединены в единую программную оболочку. Они наглядно дают представление обо всей цепочке формирования индивидуальной траектории от проектирования учебных модулей до корректировки полученных стратегий обучения. Во-вторых, ввиду соответствия всем требованиям, которые предъявляются к современным программным средам в области эргономики и стандартизации используемых методов работы, система индивидуального тестирования «Advanced Tester» обеспечивает максимальную степень переноса полученных навыков работы в другие программные среды данного направления использования. В-третьих, специфика положенных в основу программы алгоритмов отражает и подтверждает эффективность изучения именно данных методологий оценки и диагностики учебных достижений средствами математического моделирования [13–15]. В заключение подчеркнем, что выбор функциональных инструментов, на примере которых строится объяснение студентам, играет определяющую роль в получении умений и навыков использова-

ния возможностей систем индивидуального тестирования в современном образовательном процессе.

Список литературы

1. Пешко Ю.С., Киселева О.М. Содержание и особенности демонстрационно-контролирующей программы «Треугольники» // Системы компьютерной математики и их приложения. 2020. № 21. С. 399–404.
2. Ибрагимова М.Р., Козлов С.В. Разработка образовательного приложения «Четырехугольники» средствами языка программирования C# // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 98–103.
3. Максимова Н.А. Моделирование информационно-образовательной среды учебного заведения // Концепт. 2016. № 5. С. 195–200.
4. 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.
5. Козлов С.В. Особенности использования методов интеллектуального анализа данных в обучающих информационных системах // International Journal of Open Information Technologies. 2020. Т. 8. № 7. С. 29–39.
6. Размахнина А.Н., Баженов Р.И. О применении экспертных систем в различных областях // Постулат. 2017. № 1 (15). С. 38.
7. Бояринов Д.А. Модель управления качеством обучения в условиях адаптивного сетевого образовательного пространства // Проблемы современного образования. 2019. № 4. С. 202–211.
8. Горева О.М., Осипова Л.Б. Перспективы развития дистанционной формы обучения студентов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21312> (дата обращения: 23.03.2022).
9. Козлов С.В., Быков А.А. О применении методов математического моделирования при обучении алгоритмизации в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30946> (дата обращения: 02.10.2022).
10. Тимофеева Н.М. О цифровых технологиях из арсенала современного преподавателя // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи. Киров, 2020. С. 108–113.
11. Суин И.А., Козлов С.В. Основные принципы работы с системой автоматизированного обучения Advanced Tester // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров, 2019. С. 48–53.
12. Киселева О.М. Применение методов математического моделирования в обучении: дис. ... канд. пед. наук. Смоленск, 2007. 181 с.
13. Зыков А.А. Основы теории графов. М: Вузовская книга, 2004. 664 с.
14. Парватов Н.Г. Соответствие Галуа для замкнутых классов дискретных функций // Прикладная дискретная математика. 2010. № 2 (8). С. 10–15.
15. Муха В.С. Математические модели многомерных данных // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2014. № 2 (80). С. 143–158.

УДК 37.013:796.011.3

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ВОСПИТАНИЯ БАЗОВОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ФИЗКУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Коровин С.С., Востриков В.А., Чузова Е.С.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»,
Оренбург, e-mail: kss5656@yandex.ru

В статье показано, что физическая культура – основополагающий фактор становления и формирования в человеке его социальной природы. Проявляемая при этом специфичность физической культуры – целенаправленность в использовании ее ценностей для восполнения характеристик личности через направленную «работу» с телом как основы базовой культуры личности. Авторы утверждают – к числу факторов воспитания базовой культуры обучающихся следует отнести: социальную потребность в воспроизводстве «человеческого капитала» как комплекса культурологических характеристик личности, подготовленной к созданию ценностей социальной культуры; удовлетворение личностных потребностей быть успешным и заметным в обществе, принадлежать к социальной группе и участвовать в коллективной деятельности, создать предпосылки к профессиональному самоопределению, востребованность в обществе, обеспечение безопасности и профессиональной занятости. Показано, что основополагающими педагогическими условиями воспитания базовой культуры обучающихся являются: становление системы знаний о ценностях общесоциальной культуры; создание культуuroобразующей образовательной среды и ее программно-содержательное обеспечение; разработанность и реализация системы комплексного контроля в отношении субъекта и объекта образовательной практики. Качество организации, содержания и реализации процесса физкультурного образования в отношении воспитания базовой культуры личности обусловлено реализацией следующих закономерностей: регулярность и системность в постоянстве и целенаправленности воздействий на становление культурологических характеристик; увеличение качества и количества педагогических воздействий на обучающихся в отношении компонентов их базовой культуры; оптимизация цели и объема воздействий, их адекватность в связи с психофизическими возможностями обучающихся; реализация воздействий «на опережение» с учетом соответствия повышения качества и количества воздействий психофизическим возможностям обучающихся; соразмерность в связи с обеспечением определенной гармонии в воспитании культурологических характеристик; взаимосвязь и комплексность в целенаправленном воспитании характеристик базовой культуры личности и ее двигательных способностей. Показаны основные организационно-педагогические требования к реализации педагогических условий воспитания каждого из компонентов базовой культуры обучающихся.

Ключевые слова: культура, базовая культура личности, определение понятий, педагогические условия воспитания

FUNDAMENTALS OF THEORY AND METHODS OF EDUCATION OF BASIC CULTURE OF STUDENTS IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION

Korovin S.S., Vostrikov V.A., Chuzova E.S.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: kss5656@yandex.ru

The article shows that physical culture is a fundamental factor in the formation and formation of a person's social nature. The specificity of physical culture manifested in this case is the purposefulness in using its values to replenish personality characteristics through directed "work" with the body, as the basis of the basic culture of the individual. The authors state that the factors of educating the basic culture of students should include: the social need for the reproduction of "human capital" as a complex of cultural characteristics of a person prepared to create values of social culture; satisfaction of personal needs to be successful and visible in society, belong to a social group and participate in collective activities, create prerequisites for professional self-determination, demand in society, ensuring security and professional employment. It is shown that the fundamental pedagogical conditions for the education of the basic culture of students are: the formation of a system of knowledge about the values of general social culture; the creation of a culture-forming educational environment and its software and content support; the development and implementation of a system of comprehensive control over the subject and object of educational practice. The quality of the organization, content and implementation of the process of physical education in relation to the education of the basic culture of the individual is due to the implementation of the following patterns: regularity and consistency in the constancy and purposefulness of influences on the formation of cultural characteristics; increase in the quality-quantity of pedagogical influences on students in relation to the components of their basic culture; optimization of the purpose and scope of the effects of their adequacy in connection with the psychophysical capabilities of students; the implementation of the effects "on the lead", taking into account the improvement of the quality-the number of effects on the psychophysical capabilities of students; proportionality in connection with ensuring a certain harmony in the upbringing of cultural characteristics; interrelation and complexity in the purposeful education of the characteristics of the basic culture of the individual and her motor abilities. The main organizational and pedagogical requirements for the implementation of pedagogical conditions for the education of each of the components of the basic culture of students are shown.

Keywords: culture, basic culture of personality, definition of concepts, pedagogical conditions of upbringing

Широко распространенная в академическом педагогическом сообществе культурологическая парадигма образования нацеливает школьного педагога на создание и реализацию моделей образовательных систем, реализация содержания которых позволила бы «на выходе» обеспечить сформированность более культурного статуса обучающихся на основе присвоения совокупности материальных и духовных ценностей культуры с обеспечением главной ориентации – воспитания личности, «человека культуры». При этом означенное касается всей системы непрерывного образования, всех ее уровней (среднего общего, среднего и высшего профессионального образования) и, что вполне естественно, системы непрерывного физкультурного образования.

Последнее положение особо актуально в настоящее время и именно для системы физкультурного образования школьников, в рамках которой предписано обеспечить комплексное становление и воспитание у обучающихся социально и личностно значимых социальных и биологических проявлений личности, характеризующих ее базовую культуру, компонентами которой являются нравственная, гражданская, эстетическая, трудовая (профессиональная), интеллектуальная (познавательная) и физическая [1].

Таким образом, базовая культура личности – интегративное и динамичное личностное новообразование (качество), включающее социально и личностно значимые характеристики нравственной, эстетической, трудовой, гражданской и интеллектуальной (познавательной) культуры, определяющее содержание образования и обеспечивающее качество социализации. При этом следует отметить, что в целом сведения об актуальности и методических основаниях воспитания базовой культуры обучающихся в системе образования в литературе имеются [2–5].

Тем не менее в настоящее время в специальной учебно-методической литературе не получили должного обоснования теоретико-методологические и методические (более прикладные) представления о направленном использовании ценностей физической культуры в воспитании базовой культуры личности. При этом необходимость реализации в процессе физкультурного образования воспитательных воздействий в отношении становления и формирования культурологических характеристик личности, безусловно, отмечается, но лишь на уровне декларирования.

Таким образом, актуальность настоящего материала обусловлена необходимостью разрешения основного противоречия между социальной потребностью в реконструкции школьных образовательных си-

стем в направлении воспитания базовой культуры школьников и недостаточной обоснованностью современных технологий направленного использования для этого ценностей общесоциальной культуры.

Противоречием более частного характера, определяющим актуальность предлагаемого материала, является противоречие между потребностью реальной практики и педагогов физкультурного образования в воспитании личности, ее культуры и отсутствием систематизированных сведений о педагогических условиях направленного воспитания основных культурологических характеристик базовой культуры школьников направленным использованием ценностей физической культуры в ходе организации и реализации физкультурно-спортивной деятельности. И более того, именно такая направленность образования (не без физкультурного образования, конечно) обучающихся школьников есть одна из существенных результативных характеристик реализации содержания ФГОС среднего общего и основного общего образования [6].

В этой связи цель предлагаемого материала – представить основное теоретико-методическое обеспечение (педагогические условия) воспитания каждого из компонентов базовой культуры школьника в практике организации и реализации физкультурного образования. При этом представлен материал в отношении воспитания основных компонентов базовой культуры личности без рассмотрения процесса воспитания физической культуры обучающегося, что сделано лишь для актуализации воспитания именно компонентов базовой культуры человека, когда настоящая практика физкультурного образования, на наш взгляд, на воспитание таковых менее всего ориентирована.

Воспитание нравственной культуры школьника. В определении понятия «нравственная культура личности» следует исходить из определения «мораль, нравственность». Мораль при этом – форма общественного сознания, отраженного в общественном мнении, правилах, нормах и обычаях и регулирующего поведение людей во всех сферах общественной жизни [3]; это специфический тип регуляции поведения и отношения людей с позиций гуманизации [6, с. 657]. Человек (обучающийся), усвоивший и принявший общепринятые и ценностные правила, нормы, обычаи социальной практики – нравственный человек; в целом субъект культуры нравственной.

Нравственная культура личности – интегральное качество человека как совокупность личностных качеств и особенностей поведения, которое контролируется волей субъекта; его ответственностью и совестью, которые отражают мораль и сознание общества [2, с. 333]. Основные нравственные каче-

ства проявляются в нравственном сознании; нравственных чувствах; нравственном мышлении и нравственной воле. При этом нравственное сознание – это есть осознанное знание нравственных норм, правил и обычаев и осознание себя и своего поведения в ситуациях нравственного выбора. Нравственное мышление – качество и количество осмысленных нравственных решений. Нравственные чувства проявляются в эмоциональных переживаниях межличностных взаимоотношений и отношений. Нравственная воля – известная и проявляемая решительность в осуществлении нравственного решения.

Таким образом, основными качествами нравственной культуры личности являются: активность; дисциплинированность; доброта; порядочность; правдивость; честность и справедливость; трудолюбие; направленность деятельности; коллективизм; свободная воля.

В процессе формирования нравственной культуры человека следует выделить ряд этапов:

1. Направленное принуждение обучающегося выполнять требования морали (педагогически мягкое, но мотивированное).

2. Включение обучающегося в исполнение содержания «присвоенной» роли (пусть даже и под известным «давлением» и по мотивированному принуждению).

3. Включение обучающегося в виды деятельности, соответствующие его потребностям и способностям; целям ближайшей и отдаленной (возможно) перспективы (что даст добровольное исполнение требований морали).

4. Направленное создание условий для социальной активности обучающихся.

Основными педагогическими условиями формирования нравственной культуры личности являются:

1. Становление системы знаний о нравственном поведении, способах проявления нравственных чувств. Основные средства – физические упражнения, по ходу которых сообщаются необходимые теоретические сведения; основные методы: все вербальные (группа методов передачи знаний, управления и методов оценки деятельности). Основные требования при этом следующие:

- соответствие психическому развитию детей (т.е. возрастным особенностям), а также текущему состоянию и проявлениям нравственной культуры, отношению к образованию и самообразованию;

- оптимальная периодичность теоретических занятий и нравственных сведений – приуроченность «к событию»;

- яркость и доступность нравственных примеров;

- аргументированность и доказательность высказываемых положений;

- побуждение к «нахождению» собственной оценки происходящих явлений.

2. Организация повседневной и специально организованной физкультурно-спортивной деятельности с целью формирования положительного опыта нравственного поведения. Основными правилами реализации этого педагогического условия являются:

- повторное создание ситуаций, требующих проявления нравственных качеств; при этом ситуации должны отражать реалии жизни (принцип – «так бывает в жизни»);

- избирательное и поэтапное формирование нравственных качеств (одно за другим, а не сразу все качества);

- обеспечение опоры на образец нравственного поведения;

- обеспечение систематичности включения обучающегося в «нравственную деятельность»;

- создание в ходе физического образования трудноразрешимых заданий (в двигательном и личностном смысле);

- установление действенной взаимосвязи с семьей для установления единства требований к нравственному поведению;

- создание положительного психоэмоционального фона ФСД; внедрение в ФСД требований «правильного» проявления эмоций;

- систематический контроль и коррекция в отношении проявляемых нравственных качеств с привлечением обучающихся к самоуправлению, взаимопомощи, самооценке и самоконтролю.

3. Создание физкультурно-образовательной, культурообразующей среды, требовательной к постановке морально «окрашенных» целей физкультурно-спортивной деятельности (все формы); проявлению мотивов и потребностей в процессе взаимодействия всех субъектов физкультурного образования.

4. Собственно готовность (подготовленность) преподавателя к реализации означенных педагогических условий и требований к их реализации в практике физкультурного образования, что отражается, прежде всего, в образцовом (в нравственном смысле) поведении и взаимодействии с обучающимися.

5. Направленность физкультурно-спортивной деятельности на формирование социально корректного поведения, что предписывает обучающимся проявлять инициативу и творческое начало в совместной образовательной деятельности; проявлять помощь в реализации содержания образовательной деятельности; показывать пример в дисциплинированности и уважительном отношении к участникам совместной деятельности.

В самом общем смысле (но тем не менее) главными характеристиками сформированности нравственной культуры личности являются:

- знания требований морали и глубина их осмысления;
- степень сформированных нравственных привычек, их качество и количество;
- характер нравственной ориентации в сложных жизненных ситуациях;
- инициатива и творчество в организации и реализации физкультурно-спортивной деятельности;
- проявление нравственных требований к себе и окружению.

Воспитание эстетической культуры. Эстетическая культура также в существенной мере обусловлена моралью общества; сложившимися в социуме представлениями, нормами и правилами в сфере красоты и прекрасного (как в материальной, так и в духовной сфере). Эстетическая культура личности таким образом – специфическое интегральное качество человека, отражающее личностные качества в отношении понимания и присвоения ценностей категории «добра»; понимание и восприятие этой ценности, организация поведения и деятельности по реализации доброго и прекрасного в практике.

Цель воспитания эстетической культуры человека – организация человеческих чувств, духовного роста личности, регуляция и коррекция поведения в отношении утверждения добра как прекрасного.

Педагогические условия формирования эстетической культуры обучающегося следующие:

1. Направленность процесса физкультурного образования на формирование системы эстетических знаний, отражающих:
 - элементарные понятия эстетики (цель, задачи, роль и место эстетической культуры в обществе, эстетическая культура человека, ее роль и значение для успешной социализации);
 - понятие личности, структуры личности (структура, существенные характеристики, признаки сформированности; место эстетической культуры в структуре личности);
 - общие понятия культуры (цель, задачи освоения, материальные и духовные ценности культуры, ее роль и назначение в социальной и личностной практике);
 - основные сведения об эстетике быта и поведения (эстетически окрашенные личностные качества эстетической культуры).

2. Создание «эстетической» образовательной среды, что реализуется за счет:

- использования доброкачественного спортивного инвентаря и оборудования (материальных ценностей физической культуры, естественных факторов внешней среды);
- «эстетизации» мест спортивных занятий и организации физкультурно-спортивной деятельности;
- соблюдения эстетических и гигиенических требований к спортивной форме;

- образного, выразительного и корректного в терминологическом отношении объяснения, оценки, рассказа (по сути, всех методов наглядного и вербального взаимодействия субъектов физкультурного образования);
- технически совершенной (или близкой к таковой) демонстрации техники двигательных действий и упражнений самим преподавателем (тренером);
- высокой эмоциональности физкультурно-спортивной деятельности.

3. Разработанность эстетически окрашенного содержания физкультурно-спортивной деятельности и действенная «включенность» обучающегося в нее; такая деятельность содержит:

- самодеятельное и эстетически окрашенное творчество обучающихся по созданию, организации и реализации физкультурно-спортивной деятельности; ее содержания;
- танцевальные и хореографические упражнения выраженной эстетической направленности;
- «эстетическую» диагностику, оценку и самооценку физкультурно-спортивной деятельности в отношении двигательных действий и деятельности в целом, эстетически «окрашенного» поведения;
- совместное посещение соревнований с диагностикой и оценкой их эстетической ценности;
- приобщение к особо выразительным видам физкультурно-спортивной деятельности;
- реализация субъект-субъектного взаимодействия и отношений участников физкультурно-спортивной деятельности;
- обращение в процессах освоения физической культуры к природе и к миру искусства;
- организация и проведение физкультурно-оздоровительных и массовых физкультурно-спортивных мероприятий с обеспечением их эстетической «окрашенности» [7].

Основными признаками сформированности эстетической культуры являются:

- качество и количество проявляемых в творческой деятельности в сфере физической культуры и спорта личностных качеств эстетического характера;
- подготовленность к процессу наблюдения, определения и оценке эстетического поведения субъектов физкультурно-спортивной деятельности с позиций прекрасного;
- способность и подготовленность к пониманию, восприятию и присвоению духовных ценностей физической культуры двигательного характера (понимать культуру действий и движений) [8];
- ценностное отношение и направленность самостоятельно организованной и реализуемой физкультурно-спортивной деятельности на формирование культуры

физического здоровья (в большей части – физического развития);

- понимание и восприятие с точки зрения красоты, прекрасного и эстетической привлекательности физкультурной деятельности своей и субъектов физкультурного образования (все формы организации процессов освоения физической культуры);

- качество и количество проявлений активности и инициативы в организации и участии в эстетически окрашенной физкультурно-спортивной деятельности [8–11].

Воспитание трудовой культуры и профессионального самоопределения. Трудовая деятельность человека составляет, во-первых, сущностную основу его жизни и деятельности и, во-вторых, определяет качество этой жизни и существование человека – продвижение от материального к духовному.

Кроме того, существенными актуализирующими факторами воспитания трудовой культуры являются характеристики «портрета выпускника» [6] который:

- подготовлен к осознанному выбору профессии; понимает значение профессиональной деятельности для человека и общества (от «портрета» выпускника ФГОС);

- осуществляет осознанный выбор будущей профессии и находит возможности реализации собственных жизненных планов (включая использование ценностей физической культуры).

Принципиально важным является понимание того, что роль и назначение ценностей физической культуры явно проявляется в двух направлениях:

- подготовка и адаптация двигательных и личностных способностей и потребностей к практике осознанно избранной профессии (случай профсамоопределения);

- выбор (подбор) видов предстоящей профессиональной деятельности (профессионального самоопределения) на основе учета своих личностных качеств, свойств и функций (т.е. на основе знания своих возможностей и способностей возможно самоопределившись в будущей профессиональной деятельности и начать направленно к ней готовиться).

Здесь же следует отметить, что воспитание трудовой культуры и самоопределения обучающихся – процесс по сути параллельный процессу воспитания профессиональной физической культуры личности. При этом важно учесть, что трудовая культура личности и профессиональная физическая культура обучающихся соотносятся как общее и частное (последнее – компонент и часть общего) [8].

В этой связи *трудовую культуру личности* можно определить как специфическое интегративное качество обучающегося (человека вообще), характеристиками

которого являются профессиональная направленность, соответствие личностной и двигательной подготовленности специфике образовательной практики, предстоящей (настоящей) профессиональной и повседневной жизни и деятельности.

Основными педагогическими условиями формирования трудовой (и все-таки профессиональной в целом) культуры обучающегося являются:

1. Обеспечение посильности, но труднодоступности содержания физкультурно-спортивной деятельности, что способствует формированию многих личностных и двигательных качеств «человека труда» (упорства, трудолюбия, воли и т.п.).

2. Оптимальное соотношение социальной и личностной значимости содержания активной физкультурно-спортивной деятельности в сфере физической культуры (вообще) и в конкретной физкультурно-спортивной деятельности (в частности), что достигается целесообразной постановкой задач физкультурно-спортивной деятельности.

3. Подчинение всех видов труда, принятых в сфере физической культуры и физкультурно-спортивной деятельности (учебный труд: умственный и физический; общественно полезный труд: по самообслуживанию, по реализации общешкольных дел; производственный труд: участие в создании материального продукта физкультурной направленности) физкультурно-образовательным задачам и интересам детей, что достигается сочетанием и взаимопроникновением учебного, общественно полезного и производственного труда.

4. Организация совместной с педагогами и родителями социально направленной физкультурно-спортивной деятельности обучающихся; в этой связи привлечение обучающихся к выработке цели этой общей социально значимой «общественной» деятельности в сфере физической культуры (точнее – в практике физкультурного образования).

5. Требовательность к обязательности и доброкачественности трудовой и физкультурно-спортивной деятельности, что формирует отношение к труду и достигается за счет реализации системы контроля.

6. Реализация в ходе освоения физической культуры и трудовой деятельности (ее видов) системы профессиональной ориентации (системы социально-педагогических мер по оказанию помощи учащимся в выборе профессии, а именно: профдиагностика, профпросвещение, профадаптация, профконсультация) [6].

7. Специальная направленность физкультурно-спортивной деятельности на становление системы разнообразных (широкого фонда) двигательных способностей, характерных для повседневной практики

жизни и деятельности (т.е. обеспечить прикладной эффект).

Таким образом, подготовленность обучающегося в сфере трудовой культуры проявляется в следующих основных характеристиках:

- готовность преодолевать (в физическом и психическом аспектах) трудности повседневной и физкультурно-спортивной деятельности; качество и количество выполненных заданий учебно-тренировочной работы;

- качество и количество организации процессов самостоятельного освоения физической культуры в различных формах и направленности (в отношении коррекции двигательных и личностных способностей);

- самостоятельность в организации (планирование, подбор содержания, контроль) и осуществлении профессионально-прикладной физкультурно-спортивной деятельности в отношении совершенствования профессионально значимых свойств и качеств обучающегося, осуществившего профессиональное самоопределение или «на пути» к нему;

- теоретическая подготовленность прикладного характера в отношении роли физической культуры в процессе профессионального самоопределения, подготовки к предстоящей (в дальнейшем) профессиональной деятельности;

- оптимальный (в соответствии с возрастом) уровень физической работоспособности и подготовленность поддерживать ее в ходе реализации форм организации процессов освоения физической культуры;

- качественно-количественные показатели проявляемой инициативности, активности и добросовестности и творческого начала в организации массовых спортивных и спортивно-оздоровительных мероприятий.

Воспитание гражданской культуры личности. Степень участия человека в создании ценностей государства, в котором он живет, в его охране, в существенной мере обусловлена качеством сформированной и проявляемой гражданской культуры, которая, в самом общем смысле – осознание себя человеком, принадлежащем собственной стране, готового действовать в ее интересах. В этой связи гражданская культура личности – интегральное и специфическое ее качество, отражающее сформированность адекватных требованиям социума конституционных, патриотических, интернациональных и правовых качеств и позиций.

Цель формирования гражданской культуры личности – становление гражданственности как интегративного качества, отражающего внутреннюю свободу, уважение к власти, любовь к Отчизне и миру, чувство патриотизма и межнациональной ответственности.

Основными педагогическими условиями формирования гражданской культуры личности являются:

1. Становление адекватной социальным потребностям системы гражданских знаний, отраженных в культуре физической, а именно:

- истории развития физической культуры России, стран СНГ, народов и национальностей России, зарубежных стран;

- ознакомление с государственной и национальной символикой и атрибутикой, отражающих культуру физическую;

- овладение системой специальных понятий и терминов, принятых в сфере физической культуры и спорта;

- овладение знаниями национальных видов спорта и физкультурно-спортивной деятельности;

- ознакомление с системой физкультурного образования и спортивной подготовки зарубежных стран; основами диагностики и оценки результатов физкультурного образования;

- становление системы этических знаний о нормах и правилах индивидуального и коллективного спортивного поведения, а также норм и правил судейства популярных видов спорта;

- ознакомление со спортивной героикой своей страны и зарубежных стран; выявление биографий и спортивного пути знаменитых спортсменов России.

2. Специальное моделирование физкультурно-спортивной деятельности, необходимо предусматривающее:

- участие в общественно полезном труде по созданию физкультурной материально-технической базы (ремонт, покраска и т.п.);

- поддержание в достойном состоянии созданного «продукта» трудовой деятельности по упрочению материально-технической базы физкультурно-спортивной деятельности; бережное к ней отношение;

- организацию и проведение физкультурно-спортивной деятельности на природе с привлечением средовых факторов – средств физической культуры;

- включение обучающихся в организацию и проведение внеклассных массовых спортивно-оздоровительных мероприятий патриотической направленности;

- совместную с военнослужащими Российской армии физкультурно-спортивную деятельность военно-прикладной направленности;

- использование национальных (возможно, старинных) видов физкультурно-спортивной деятельности (лапта, к примеру, городки и т.п.);

- пресечение со стороны учеников попыток принижения иных национальных видов физкультурно-спортивной деятельности в становлении и развитии человека;

– реализацию тщательного контроля соблюдения норм и правил спортивного межличностного взаимодействия, правил соревновательной деятельности.

Сформированность гражданской культуры (в целом) определяется на основе изучения следующих основных характеристик:

– осознанное знание истории становления и развития физической культуры и спорта в России; спортивного движения России и истории развития физической культуры и спорта своего края (города, области);

– знание, понимание, точно и всегда выполняемые правила повседневной, образовательной и физкультурно-спортивной деятельности с соблюдением своих прав и свобод;

– ответственность в отношении к социально полезному и порученному делу; проявление при этом осознанной ответственности и дисциплинированности;

– осознанная активность в выполнении порученных обязанностей; проявляемая активность и критичность (для интересов общества) в принятии коллективных решений в физкультурно-спортивной деятельности и образовательной практике;

– ценностное отношение к Родине и государственной символике; уважительное отношение к обществу (членам коллектива) природе, семье;

– готовность учиться, соревноваться и работать в коллективе, в интересах коллектива и оптимально взаимодействовать со спортивным сообществом (коллективом);

– уважительное отношение к традиционным и национальным ценностям многонационального российского спортивного сообщества.

Воспитание интеллектуальной культуры. Весьма существенное значение для теории и методики физкультурного образования обучающегося в направлении формирования личности приобретает обоснование способов формирования одного из основных компонентов базовой культуры личности – ее интеллектуальной (познавательной) культуры. Именно она – интеллектуальная культура – есть основной фактор благополучия жизни и деятельности человека.

Интеллектуальная культура личности есть специфическое и динамичное личностное качество, характеризующее способности к самоорганизации и реализации познавательной деятельности, ее мотивы и цели, навыки мышления и мнемотехники. В самом общем смысле под интеллектуальной культурой личности следует понимать качество сформированности системы всех познавательных процессов: ощущений, восприятий, памяти, представлений, мышления, воображения.

Основными педагогическими условиями формирования интеллектуальной куль-

туры человека в процессе овладения физической культурой являются:

1. Усиление направленности процесса физкультурного образования на систематическую теоретическую подготовку, что достигается:

– сопряженностью двигательной деятельности и теоретической подготовки;

– вовлечением обучающихся в прочтение специальной литературы в сфере физической культуры; реализацией системы домашних заданий теоретического характера;

– специальными теоретическими занятиями с тематикой по установлению взаимосвязи ценностей физической культуры с ценностями общесоциальной культуры;

– вовлечением обучающихся в проектную деятельность (проведение элементарных учебных исследований по физкультурно-спортивной тематике).

2. Оптимизация физкультурно-спортивной и двигательной деятельности, что обеспечивается за счет:

– постановки специальных задач физкультурно-спортивной деятельности, направленных на наблюдение, анализ, диагностику и оценку процессов и результатов физкультурного образования;

– постановки специальных заданий (теоретического и двигательного характера) эвристической направленности;

– использования возможно большего наглядного материала, позволяющего «запустить» процесс мышления;

– привлечения обучающихся к анализу действий других и самоанализу двигательной деятельности;

– вовлечения обучающихся в процессы взаимообучения и взаимопомощи, стимулирующие творческую активность;

– привлечения детей к вербальному объяснению техники выполняемых двигательных действий;

– в целом использования соревновательного и игрового методов организации процесса физкультурного образования, требующих проявления всех основных познавательных психических процессов.

3. Систематический контроль качества освоения ценностей физической культуры, который предполагает:

– опрос учащихся по основам знаний в сфере физической культуры и спорта;

– вербальное описание (объяснение) техники выполнения двигательных действий;

– привлечение к отчету в отношении выполнения домашних заданий;

– включение обучающихся в инструкторскую деятельность;

– использование заданий и действий по диагностике, оценке и самооценке состояния личностной физической культуры, теоретико-методической подготовленности.

Таким образом, основными показателями интеллектуальной (познавательной) культуры личности являются:

- знание и понимание теоретических и методических оснований теории и методики физической культуры и основных сведений научных (учебных) дисциплин, сопряженных с физической культурой;
- знание основных характеристик личностной физической культуры;
- владение умственными операциями и интеллектуальными умениями, (теоретическое мышление, прежде всего);
- знание и владение основами методологии; способность к самообразовательной деятельности в сфере физической культуры и спорта в отношении физического самосовершенствования
- готовность создавать и реализовывать программы физкультурного совершенствования и самосовершенствования различной направленности.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Физическая культура – основополагающий фактор становления и формирования в человеке его социальной природы, духовности. Проявляемая при этом специфичность физической культуры – целенаправленность в использовании ее ценностей для восполнения духовных характеристик личности через направленную «работу» с телом. В этой связи не двигательная природа человека (читай – телесная) определяет качество развития общества, становления личности (хотя и не без этого), но его «внетелесная», надбиологическая культура.

2. К числу факторов актуальности воспитания базовой культуры обучающихся следует отнести: социальную потребность в воспроизводстве «человеческого капитала» как комплекса культурологических характеристик личности, подготовленной (как основной фактор) к созданию ценностей социальной культуры во всех сферах ее проявления; удовлетворение личностных (возможно, и неосознаваемых) экзистенциальных потребностей быть успешным и заметным в обществе, принадлежать к социальной группе и участвовать в коллективной деятельности, создать предпосылки к профессиональному самоопределению, внимание окружения, внимание и востребованность в обществе, обеспечение безопасности и профессиональной (впоследствии) занятости.

3. Основополагающими (обобщенно) педагогическими условиями воспитания базовой культуры обучающихся являются: становление системы знаний о ценностях соответствующих видов общесоциальной культуры; создание культуuroобразующей

образовательной среды и ее программно-содержательное обеспечение; разработанность и реализация системы комплексного контроля в отношении сколь субъекта, столь и объекта образовательной практики.

4. Качество организации, создания содержания и реализации процесса физкультурного образования в отношении воспитания базовой культуры личности обусловлено реализацией следующих закономерностей: регулярность и системность в постоянстве и целенаправленности воздействий на становление культурологических характеристик; увеличение (наращивание) от этапа к этапу качества и количества педагогических воздействий на обучающихся в отношении компонентов их базовой культуры; оптимизация и реальность цели и объема воздействий; адекватность воздействий в связи с психофизическими возможностями (способности, потребности) обучающихся; реализация воздействий «на опережение» с учетом определенного повышения качества и количества воздействий психофизическим возможностям обучающихся; соразмерность в связи с обеспечением определенной гармонии в воспитанности всех культурологических характеристик; взаимосвязь и комплексность в целенаправленном воспитании сколь характеристик базовой культуры личности, столь и ее двигательных способностей.

Список литературы

1. Коджаспирова Г.М. Общие основы педагогики: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2021. 151 с. URL: <https://urait.ru/bcode/472843> (дата обращения: 22.04.2022).
2. Педагогика: учебник и практикум для вузов / Под общ. ред. Л.С. Подымовой, В.А. Сластенина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2021. 246 с.
3. Подласый И.П. Педагогика: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2021. 576 с.
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
5. Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования».
6. Всемирная энциклопедия: Философия / Гл. ред. и сост. А.А. Грицанов. М. – Минск: АСТ: Харвест: Современный литератор, 2001. 1312 с.
7. Коровин С.С. Методологические основы теории профессиональной физической культуры // Теория и практика физической культуры. 2018. № 4. С. 43–44.
8. Коровин С.С., Панкратович Т.М. Ценностный потенциал физической культуры в воспитании личности. Оренбург: Издательство ОГПУ, 2018. 212 с.
9. Лихачев Б.Т. Философия воспитания. М.: Прометей, 1995. 282 с.
10. Загвязинский В.И., Емельянова И.Н. Теория обучения и воспитания: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2021. 230 с.
11. Коровин С.С., Шляпникова В.В. Формирование профессионального самоопределения школьников в процессе физкультурного образования: монография. М.: ВЛАДОС, 2017. 152 с.

УДК 796:378.17

**УПРАВЛЕНИЕ СТУДЕНЧЕСКИМ СПОРТОМ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ****¹Мальцева Н.А., ²Салугин Ф.В., ³Бикмаев И.А.,****⁴Спатаева М.Х., ¹Пушкарева Л.Г., ⁵Салугина Т.В.**¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск,
e-mail: bikmaeva3286@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Омск;³ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск;⁴ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск;⁵БПОУ ОО «Омский строительный колледж», Омск

Студенческий спорт в настоящее время является одним из ведущих показателей реализации возможностей студентов в рамках занятий спортом в образовательных учреждениях. К сожалению, низкая материально-техническая обеспеченность порой ведущих вузов в аспекте предоставления спортивных площадок для студентов не обеспечивает полноценной возможности организации тренировочной деятельности по избранным видам спорта, а также организации спортивно-массовых мероприятий. В этой статье предлагается решение указанных проблем и последующих вопросов студенческого спорта путем объединения материально-технической спортивной базы разных образовательных учреждений высшего образования. В статье рассмотрены показатели, которые позволяют дать оценку совершенствования механизма развития студенческого спорта на территории г. Омска путем организации и проведения Олимпийского спортивного студенческого фестиваля. Необходимость его совершенствования вызвана динамикой спортизации образовательной среды, где ранее студенческие спортивные клубы не являлись основой ее формирования. Современный студенческий спорт имеет отличительные черты, которые определяют это направление как перспективно развивающееся в системе управления физической культурой и спортом, получили хорошую основу для развития и в системе образования. Использование спортивных мероприятий позволяет увидеть механизм, оценить его качественные и количественные характеристики, обосновать их.

Ключевые слова: студенческий спорт, управление, образовательные учреждения, высшее образование**MANAGEMENT OF STUDENT SPORTS
IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF HIGHER EDUCATION****¹Maltseva N.A., ²Salugin F.V., ³Bikmaev I.A.,****⁴Spataeva M.Kh., ¹Pushkareva L.G., ⁶Salugina T.V.**¹Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: bikmaeva3286@mail.ru;²Omsk State Medical University, Omsk;³Omsk State Pedagogical University, Omsk;⁴Siberian State Automobile and Highway University, Omsk;⁶Omsk Construction College, Omsk

Student sports are currently one of the leading indicators of the realization of students' opportunities in the framework of sports in educational institutions. Unfortunately, the low material and technical security, sometimes leading universities in terms of providing sports grounds for students, does not provide a full opportunity to organize training activities in selected sports, as well as organize sports events. This article proposes a solution to these problems, and subsequent issues of student sports, by combining the material and technical sports base of different educational institutions of higher education. The article considers indicators that allow assessing the improvement of the mechanism for the development of student sports in the city of Omsk, through the organization and holding of the Olympic Student Sports Festival. The need to improve it is caused by the dynamics of the sportization of the educational environment, where previously student sports clubs were not the basis for its formation. Modern student sports have distinctive features that define this direction as a promising development in the system of physical culture and sports management, and have received a good basis for development in the education system. The use of sports events allows you to see the mechanism, evaluate its qualitative and quantitative characteristics, and justify them. The article considers indicators that allow assessing the improvement of the mechanism for the development of student sports in the city of Omsk, through the organization and holding of the Olympic Student Sports Festival. The need to improve it is caused by the dynamics of the sportization of the educational environment, where previously student sports clubs were not the basis for its formation. Modern student sports have distinctive features that define this direction as a promising development in the system of physical culture and sports management, and have received a good basis for development in the education system. The use of sports events allows you to see the mechanism, evaluate its qualitative and quantitative characteristics, and justify them.

Keywords: student sports, management, educational institutions, higher education

Развитие студенческого спорта – это необходимое направление для формирования социально позитивной, здоровой молодежи. Одна из основных задач развития студенческого спорта – это сохранение и мотивация контингента занимающихся

физической культурой и спортом в момент после окончания общеобразовательных учреждений и перехода в учреждения высшего образования.

Ориентация молодежи в индивидуальных физкультурно-спортивных потребностях позволяет образовательному учреждению формировать соответствующее ресурсное и материально-техническое оснащение. Привлечение к регулярным занятиям физическими упражнениями именно в этом возрасте позволяет уже сформировать навыки в будущей профессиональной карьере. Различные направления физкультурно-оздоровительной деятельности, реализация спортивных амбиций студентов в профессиональных видах спорта – это уникальная возможность самореализации для молодого поколения [1].

Помимо этого уже сформированная система студенческого спорта имеет отличительные черты, которые определяют это направление как перспективно развивающееся в системе управления физической культурой и спортом:

- появление новых форм двигательной активности молодого поколения и потребность формирования соответствующей инфраструктуры, внедрение этих видов в «популярные» формы работы со студенческой молодежью [2];

- комплекс, состоящий из спортизации учебных заведений и межведомственного контакта с различными организациями, подталкивает изменять и подстраивать спортивно-массовую работу со студенческой молодежью, обеспечивая в первую очередь необходимым материально-техническим оснащением [3].

Тем самым студенческий спорт минимизирует многие риски в системе управления физической культуры и спорта. Формирование на базе университетской инфраструктуры комфортной среды для активных занятий спортом с возможностью достижения серьезных результатов, сопоставимых с показателями профессионального спорта, позволяет:

- повышать результативность студентов, занимающихся массовым спортом, расширяя возможности перехода в спорт высших достижений и спортивного долголетия;

- увеличить шансы молодых спортсменов совмещать спортивную карьеру с получением высшего образования, профессиональных и социальных навыков;

- полноценно использовать двигательные навыки избранного вида спорта при смене вида деятельности, в том числе вида спорта.

Цель исследования – совершенствовать механизм управления студенческим спортом

в образовательных организациях высшего образования путем организации и проведения Олимпийского спортивного студенческого фестиваля на территории г. Омска.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования:

- теоретические методы: анализ литературы, анализ документов (нормативно-правовых документов, федеральных статистических отчетов);

- статистические методы обработки результатов исследования, использовались методы, реализованные в стандартных программах и пакетах. В автоматическом режиме использовался пакет «Анализ данных», и по полученным данным выстраивались диаграммы.

Результаты исследования и их обсуждение

Показатели «количество занимающихся» и «сохранение контингента занимающихся физической культурой и спортом» в образовательных организациях высшего образования основные. Для формирования системы развития студенческого спорта в каждой отдельно взятой образовательной организации необходимо использование этих показателей для правильной оценки и анализа деятельности студенческого спортивного клуба.

Принимая во внимание отличительные особенности каждого учебного заведения, используя эти показатели, мы сможем отметить проявление сильных и слабых сторон механизма управления студенческим спортом в образовательных организациях высшего образования. Критериями для определения этих показателей могут быть: наличие специалистов в отдельных видах спорта; материально-техническое обеспечение по отдельным видам спорта; возможность выезда спортсменов на соревнования и др.

Немаловажную роль в популяризации студенческих видов спорта играют соревнования. В этой связи появление таких организаций, как Российский студенческий союз, Ассоциация спортивных студенческих клубов России, Студенческие спортивные лиги по видам спорта, и проведение спортивных студенческих соревнований разного уровня повышают значимость студенческого спорта на территории нашей страны.

Для оценки тенденций в развитии студенческого спорта на территории г. Омска в период с 2016 по 2020 г. был проведен анализ количества образовательных организаций высшего образования, осуществляющих деятельность в области физической культуры и спорта, спортивных студенческих клубов (рис. 1).

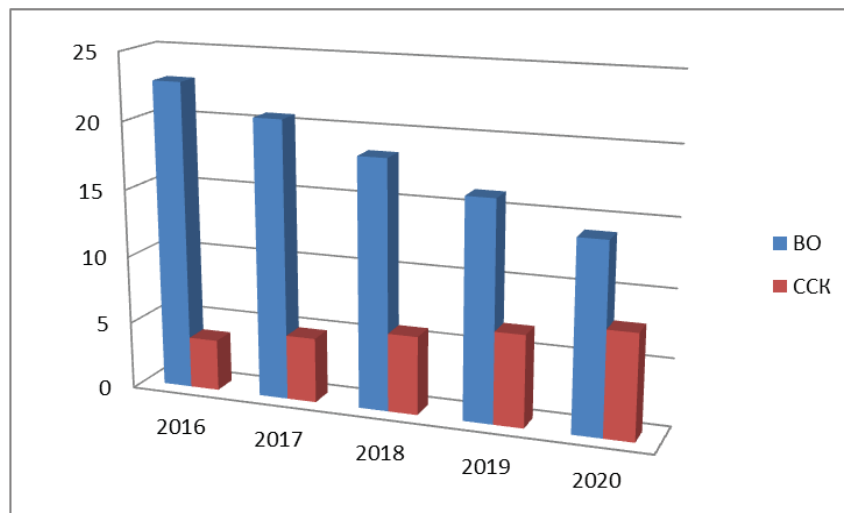


Рис. 1. Динамика количества образовательных организаций высшего образования (ВО), осуществляющих деятельность в области физической культуры и спорта, и количества спортивных студенческих клубов (ССК) на территории г. Омска с 2016 по 2020 г.

Спортивный клуб формируется и действует как структурное подразделение образовательной организации высшего образования. Его наличие можно рассматривать как условие повышения спортивного мастерства и развития спортивной и физической культуры личности студентов в спортизированной образовательной среде. Главными направлениями организации работы студенческих спортивных клубов являются: организация спортивно-массовых мероприятий, работа со сборными командами и спортивными секциями.

Большая часть студенческих спортивных клубов образовательных организаций высшего образования функционируют и организуют свою деятельность как независимое структурное подразделение, члены которого могут быть как в штате, так и внештатными сотрудниками. Учитывая, что задачи кафедры физического воспитания и студенческого спортивного клуба в чем-то схожи, можно считать, совершенствование механизма управления студенческого спорта в вузе напрямую зависит от приобщения студентов к регулярным занятиям физической культурой и организации соревновательной деятельности. Это все рассматривается как одна из важнейших составляющих частей спортизированной образовательной среды. Поэтому показатели «количество занимающихся» и «сохранение контингента занимающихся физической культурой и спортом» можно рассматривать как показатель совершенствования механизма студенческого спорта

в образовательных организациях высшего образования.

На рис. 2 проанализированы данные количества обучающихся студентов в образовательных организациях высшего образования и количество занимающихся в студенческих спортивных клубах на территории г. Омска с 2016 по 2020 г.

Анализ динамики выбранных параметров на рис. 1 и 2 исследования показывает снижение количества учебных учреждений высшего образования на территории г. Омска. Однако динамика количества студенческих спортивных клубов, функционирующих на территории г. Омска, имеет тенденцию к увеличению. Количество студентов в спортивных клубах сохраняется, более того, прослеживаются предпосылки к сохранению контингента регулярно занимающихся. Существующие меры поддержки студентов внутри образовательных организаций высшего образования: обеспечение участия сборных команд вуза в соревнованиях различного уровня, предоставление экипировки, командирование, различные формы материальных и нематериальных поощрений – способствуют развитию механизма управления студенческим спортом.

Наиболее эффективная форма работы с молодежью внутри образовательных организаций высшего образования – организация и проведение спортивных мероприятий, событий. Ежегодно в сентябре в стране проходят спортивные события, посвященные Международному дню студенческого спорта (МДСС).

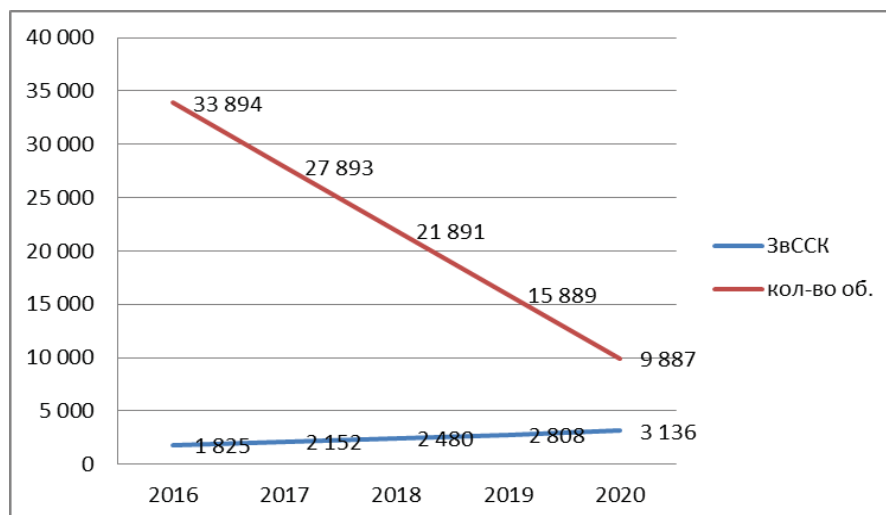


Рис. 2. Динамика количества обучающихся студентов в образовательных организациях высшего образования и количество занимающихся в студенческих спортивных клубах на территории г. Омска с 2016 по 2020 г.

В этом направлении наиболее популярным и традиционным стало проведение Олимпийского спортивного студенческого фестиваля, приуроченного к празднованию МДСС на территории г. Омска. На протяжении нескольких лет организаторы проводят соревновательную программу, которая включает спортивные состязания по разным видам спорта. Инициатором и спонсором проведения Олимпийского фестиваля является Омское региональное отделение РССС и Сибирская олимпийская академия.

В ходе исследования была изучена динамика заинтересованности образовательных организаций высшего образования, осуществляющих свою деятельность на территории г. Омска, в проведении указанного фестиваля. Также анализировалось мнение студентов о проведении фестиваля как средства развития и популяризации студенческого спорта на территории г. Омска (таблица).

Организация Олимпийского спортивного студенческого фестиваля
в период с 2016 по 2020 г. в г. Омске

	2016	2017	2018	2019	2020
Общее кол-во учебных заведений ВО	3	3	6	7	11
Число видов спорта	5	5	12	15	19
Общее кол-во участников	54	54	570	1263	1970
Кол-во зрителей	179	347	785	912	294

Увеличению количества учебных заведений способствовало расширение направлений по разным видам спорта, с учетом пожеланий самих учебных заведений. В первую очередь рассматривались и включались в программу виды спорта, по которым учебное заведение имело материально-техническое обеспечение и могло обеспечить спортсменам условия подготовки, соответственно, это позволило увеличить количество участников среди учебных заведений более чем в три раза, соответственно, выросли и другие показатели. Далее тренерский состав, который также способствовал подготовке спортсменов по отдельным видам спорта (плавание, волейбол, бадминтон и пр.). Однако не во всех образовательных учреждениях соблюдалось это условие. В динамике мы увидели, что некоторые спортсменов выходили на соревновательные этапы самостоятельно.

Традиционная система физического воспитания учебных заведений не всегда учитывает современные видения физкультурно-оздоровительной деятельности молодежной среды, ее предпочтения, поэтому привлекательность условий для ее ведения необходимо формировать непосредственно в самом образовательном учреждении, учитывая ресурсные возможности и анализ мнения и предпочтений молодежи, которые относятся к необходимым возрастным группам [4].

По данным таблицы можно отметить в 2020 г. спад количества мероприятий и участников из-за распространения коронавирусной инфекции. Ограничительные

меры в организации и проведении массовых мероприятий резко снизили статистические показатели.

Тем не менее очевидно, что анонсирование Олимпийского спортивного студенческого фестиваля Омским региональным отделением РССС и Сибирской олимпийской академией позволило привлечь новых участников. Образовательные организации дополнили возможности проведения мероприятия, включая дополнительные места проведения со спортивным оснащением. Это в свою очередь позволило увеличить количество видов соревновательной деятельности, что способствовало привлечению большего количества участников-спортсменов, содействуя масштабности и зрелищности мероприятия.

Заключение

В рамках «Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года» центральное место занимает вопрос развития и модернизации инфраструктуры сферы спортивных услуг, способствующий эффективному достижению целей социальной политики государства. В то же время не все учебные заведения имеют возможность формирования материально-технической базы и оказания физкультурно-оздоровительных услуг, удовлетворяя потребность студенческой молодежи в проведении масштабных спортивных и физкультурных мероприятий [5, 6].

Модель проведения фестиваля показывает свою эффективность. Позволяет использовать имеющиеся ресурсы, минимизирует расход средств образовательных организаций для подготовки участников-

спортсменов, используя материальную базу всех учебных заведений г. Омска. Проведенное исследование указывает на актуальность этого направления работы. Повышается интерес к студенческому спорту, процессу управления спортивной инфраструктурой внутри учебных организаций высшего образования, формирование студенческих кампусов, а также выстраиванию моделей взаимодействия в целях совершенствования механизма управления.

Список литературы

1. Мальцева Н.А., Шредер А.Ю., Салугин Ф.В., Сахацкая М.А., Коренкова Н.А. Развитие студенческого спорта в образовательных организациях высшего и профессионального образования // Ученые записки университета Лесгафта. 2021. № 11. С. 274–278.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2020 г. № 3081-р «Об утверждении "Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года"» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/66040.html> (дата обращения: 01.04.2022).
3. Лубышева Л.И., Загrevская А.И., Передельский А.А., Манжелей И.В., Литвиненко С.Н., Черепов Е.А., Пешкова Н.В., Родионова М.А., Поливаев А.Г., Кондратьев А.Н., Базилевич М.В. Спортсизация в системе физического воспитания: от научной идеи к инновационной практике: монография. М.: НИЦ «Теория и практика физической культуры и спорта», 2017. 200 с.
4. Мальцева Н.А., Шредер А.Ю., Салугин Ф.В., Коренкова Н.А., Майоркина И.В. Физкультурно-оздоровительная деятельность студентов в образовательных организациях высшего и профессионального образования // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 11–2. С. 359–363.
5. Руденко Г.В., Панченко И.А., Лосев Ю.Н. Спортивный клуб в вузе как средство популяризации физической культуры и спорта среди обучающихся // Физическая культура студентов: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 216–219.
6. Григорьев В.И., Таймазов А.В., Шубин Ю.К. Управление системой студенческого спорта в новых условиях // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2013. № 3 (97). С. 47–52.

УДК 378.14

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ MOODLE В ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ ЛЕСОИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Палкин Е.В., Розанова Т.С.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», Красноярск, e-mail: palestu@yandex.ru

В сложившихся сложных санитарно-эпидемиологических условиях возникла необходимость реализации современных методов обучения с опорой на самостоятельность обучающегося и использования современного формата дистанционного образования в высшем учебном заведении. В статье актуализируются вопросы использования современной образовательной среды Moodle для эффективной организации производственной практики студентов, обучающихся по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» в режиме реального времени. Источником информации по всем аспектам практики может послужить электронный курс «Производственная практика», размещенный на сервере LMS Moodle вуза. Этот ресурс станет удобным средством интерактивного взаимодействия всех вовлеченных в проведение практики субъектов: студентов-практикантов, руководителей практики от кафедры и профильных предприятий и т.д. Электронный курс «Производственная практика» может включать в себя три раздела: «Важные объявления и обсуждение текущих вопросов» (форум для обсуждения вопросов, связанных с организацией, проведением практики), раздел «Подготовка к прохождению практики» содержит нормативные документы (рабочую программу практики, методические указания по прохождению практики, приказ «О направлении на производственную практику...», различные графики, индивидуальные задания и т.д.); последний раздел «Дневник практики и содержательный отчет» (образец дневника-отчета практики, примеры оформления обязательных элементов дневника-отчета, структура содержательного отчета по практике и т.д.).

Ключевые слова: дистанционное образование, система Moodle, электронно-образовательные ресурсы, образовательный контент, управление курсом, производственная практика

POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF USING THE MOODLE SYSTEM IN THE PREPARATION AND CONDUCT OF INDUSTRIAL PRACTICE OF STUDENTS OF FOREST ENGINEERING SPECIALTIES

Palkin E.V., Rosanova T.S.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, e-mail: palestu@yandex.ru

In the prevailing modern, complex sanitary and epidemiological conditions, it became necessary to implement modern teaching methods based on the independence of the student and the use of a modern format of distance education in higher education. The article actualizes the issues of using the modern educational environment of Moodle for the effective organization of industrial practice of students studying in the direction 35.03.02 – “Technology of logging and wood processing industries” in real time. The electronic course “Industrial Practice”, hosted on the LMS Moodle server of the university, can serve as a source of information on all aspects of the practice. This resource will become a convenient means of interactive interaction of all subjects involved in the practice: student interns, practice managers from the department and specialized enterprises, etc. The electronic course “Industrial practice” can include three sections: “Important announcements and discussion of current issues” (A forum for discussing issues related to the organization, conduct of practice), the section “Preparation for practice” contains regulatory documents (the work program of practice, Guidelines for practice, the Order “On referral to industrial practice ...”, various schedules, Individual tasks, etc.); the last section “Practice Diary and informative report” (Sample Diary-practice report, Examples of mandatory elements of the Diary-report, the structure of a meaningful report on practice, etc.).

Keywords: distance education, Moodle system, electronic educational resources, educational content, course management, industrial practice

Новый век – век мировой компьютеризации населения и новых информационных технологий. Новые информационные технологии стали неотъемлемой частью жизни людей. Они используются во всех сферах жизнедеятельности: в науке, в технике, в быту. И вполне логично, что данные информационные технологии должны стать неотъемлемой частью образовательного процесса. В современном информационном обществе и любое образовательное учреждение должно быть информационным.

Многие российские вузы уже внедрили в учебный процесс систему дистанционного обучения «Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда» (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – Moodle). Система Moodle относится к классу систем управления обучением – Learning Management System, LMS – что позволяет проектировать, создавать и редактировать работу с ресурсами информационно-образовательной среды вуза [1].

На современном этапе, в период заболеваемости во всем мире коронавирусом, назрела острая потребность в дистанционном образовании. Преимуществом дистанционного обучения в условиях пандемии в период с 2020 г. и по настоящий момент является возможность осваивать учебную программу, не выходя из дома, что препятствует распространению коронавируса [2]. Использование указанной программы создает информационно-образовательную среду, которая восполняет недостаток личного общения педагога со студентами при заочной или дистанционной форме обучения и дополняет очную форму благодаря технологиям, применяемым при разработке электронных курсов [3, 4]. В связи с этим система управления обучением Moodle становится значимой как никогда для функционирования образовательного процесса, так как большое количество образовательных учреждений переходят к дистанционному обучению.

Материалы и методы исследования

Сначала рассмотрим наиболее детально, что из себя представляет система Moodle. Moodle (в переводе – модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) – это специализированная информационная система для обеспечения и проведения дистанционного обучения, представленная в 2001 г. Moodle создаётся и распространяется в соответствии с моделью разработки свободного, бесплатного и открытого программного обеспечения для основных мировых языков. Поэтому Moodle считается передовой системой, широко используемой для обучения в мире. Она направлена на решение широкого ряда однородных проблемных задач обучения в высшем образовании, помогая делать учебные программы преподавателям, посредством предложения широкого спектра различных современных информационных инструментов, увеличивающих эффективность преподавания. Эксплуатация Moodle показала свои преимущества в виде органичной вписываемости в современный образовательный процесс с расширенными возможностями.

Образовательные учреждения, используя виртуальную обучающую среду, могут создавать свои сайты для проведения онлайн-обучения, подстраивая её функциональные возможности под потребности образовательного процесса. На сайте возможно организовать для студентов свободное пользование многими учебными ресурсами, такими как новостная и учебно-

методическая информация, а для преподавателей – возможность задавать и собирать задания, создавать электронные журналы, ресурсы и многое другое.

Таким образом, выбор Moodle в качестве системы управления дистанционным обучением является современной нормой организации информационной части образовательного процесса. Возникает вопрос, как Moodle может улучшить результаты обучения в СибГУ им. М.Ф. Решетнёва. Рассмотрим его на примере создания курса по производственной практике студентов Института лесных технологий, что и явилось целью нашего исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Практика – это одна из частей учебного процесса в вузе, в том числе и Института лесных технологий, которая относится к изучению промышленного производства и связана с опытом реальной работы.

В соответствии с действующим федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего образования по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» практика отнесена к обязательной части основной образовательной программы бакалавриата и является обязательной для всех обучающихся. ФГОС определяет основную цель производственной практики – получение студентами общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области профессиональной деятельности следующих типов: производственно-технологической; научно-исследовательской; проектно-технологической; организационно-управленческой. Что касается содержания практики и ее информационно-технологического обеспечения, то вузу предоставлено право определять их самостоятельно.

Главная задача производственной практики – закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин специальности, а также сбор материалов, касающихся технологии производства, принципа работы и конструкции основных машин и оборудования, системы охраны труда и окружающей среды, технико-экономических показателей. На основании собранных материалов формулируется главная задача курсового проекта по дисциплине специальности [5].

В таблице представлены базовые предприятия для прохождения производственной практики студентов.

Предприятия-партнеры, предоставляющие места для практик студентов

Крупные предприятия	Средние предприятия	Малый бизнес
Лесничества края, Енисейское бассейновое водное управление ФАВР, Енисейское межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, АО «КРАСЛЕСИНВЕСТ», ООО Проектно-строительная компания «Гидротехнические сооружения», ООО «КРАСФАН», Лесосибирский ЛДК 1 (Сегежа групп), Холдинг Алтайлес, John Deere (ООО «Гимбермаш Байкал»)	ООО «Лесосибирский деревоперерабатывающий завод», ООО «КЛМ-АРТ», ООО «Премьер-лес», ООО «МК-Мастер» (производство мебели), ООО «Сенергия», ООО «Дартекс» (г. Канск), ООО «Приангарский ЛПК», ООО «Демьяновский завод ДВП», ООО «ЛЕНАВУДСЕРВИС», ООО «Алтай-форест», ООО «ДОК-Енисей»	ООО «Лесные машины Сибири» и др.

Данные по местам прохождения практик студентов в 2021 году по направлению 35.03.02 ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ (бакалавриат)



Рис. 1. Распределение мест прохождения практик студентами

Данные по местам прохождения практик Института лесных технологий СибГУ им. М.Ф. Решетнева в 2021 г. по указанному направлению представлены на рис. 1.

Во время данной практики происходит формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы. Данная дисциплина, преподаваемая с использованием онлайн-курса, входит в учебное поручение преподавателя: он осуществляет сопровождение студентов в освоении дисциплины, консультирует их, помогает в организации научно-исследовательской работы по дисциплине.

Электронный курс «Производственная практика» для студентов, обучающихся по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабаты-

вающих производств» может быть создан в системе Moodle и будет содержать все материалы, необходимые студентам, их руководителям, руководству кафедры, позволит обеспечить оперативное взаимодействие всех вовлеченных лиц.

Источником информации по всем аспектам практики может послужить электронный курс «Производственная практика», размещенный на сервере LMS Moodle вуза. Этот ресурс станет удобным средством интерактивного взаимодействия всех вовлеченных в проведение практики субъектов: студентов-практикантов, руководителей практики от кафедры и профильных предприятий и т.д.

Данный ресурс может структурно быть представлен тремя разделами, которые изображены на рис. 2.



Рис. 2. Структура электронного курса «Производственная практика» для студентов, обучающихся по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»

Рассмотрим подробнее данные три раздела.

1. «Важные объявления и обсуждение текущих вопросов»:

– форум, где обсуждаются особенности организации и проведения практики.

2. «Подготовка к прохождению практики»:

- нормативные документы;
- рабочая программа практики;
- методические указания по прохождению практики;
- приказ «О направлении на производственную практику...»;
- различные графики;
- индивидуальные задания и т.д.

3. «Дневник практики и содержательный отчет»:

- образец дневника-отчета практики;
- примеры оформления обязательных элементов дневника-отчета;
- структура содержательного отчета по практике и т.д.

Последовательность действий (и взаимодействий) всех участников может определяться планом-графиком прохождения практики, составленным на основе учебного плана направления 35.03.02 – «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

В разделе «Важные объявления и обсуждение текущих вопросов» будет представлен форум для обсуждения вопросов, связанных с организацией, проведением и завершением практики, где отражаются студенческие вопросы и ответы преподава-

теля – ответственного за практики на кафедре. На площадке будет происходить обмен актуальной информацией, обсуждаются основные проблемы, предлагаются пути их решения. Благодаря данной системе упрощается общение между заинтересованными сторонами, улучшается процесс распределения студентов на места практик.

Предлагаются два варианта прохождения практики. Вуз предлагает пройти практику в профильных предприятиях – промышленных партнерах. Предлагается их перечень с указанием краткой справочной информации (сайт, достижения, фотографии) и условий прохождения выездной практики (проезд, проживание и бытовые условия, питание и т.п.), а также значением и преимуществами прохождения практики и сотрудничества в развитии карьеры обучающегося. Также имеется возможность самостоятельного выбора для практики профильного предприятия. Тогда необходимо доказать его соответствие профилю, согласно проверке его деятельности в интернете на его актуальную деятельность, успешность и применение современных машин и оборудования. После данной проверки нужно заключить индивидуальный договор о прохождении практики. В разделе выставляются различные объявления для проведения организационных собраний, встреч, инструктажей с повесткой обсуждаемых вопросов. Представлена информация о прохождении прививок против клещевого энцефалита. Таким образом, могут быть проведены дискуссии и коллективная работа с помощью форума

и чата. Чаты и форумы можно применить для получения обратной связи.

В разделе «Подготовка к прохождению практики» будут храниться актуальные нормативные акты вуза, призванные регулировать практическую деятельность обучающихся. Здесь могут быть представлены: положения о практической подготовке обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы в вузе, положение «Об организации практик обучающихся», регламент по организации и проведению практик обучающихся. Могут содержаться учебно-нормативные документы: рабочая программа практики, методические указания по прохождению практики, приказ «О направлении обучающихся на производственную практику», бланк актуального индивидуального договора на практику, график предстоящих практик с периодами проведения и Ф.И.О. руководителей практик от университета и контактными данными, индивидуальные задания, списки учебных групп и т.д.

В разделе «Подготовка и сдача отчета по практике» могут быть представлены следующие документы: образец дневника-отчета, подготовленного по конкретной практике, структура содержательного отчета по практике, общие требования к построению, изложению и оформлению работ обучающихся и т.д. Также будет предусмотрена возможность для дистанционного обмена со студентами файлами по практике, получения рекомендаций от руководителя практики, месту и времени представления дневника-отчета к защите и её результатов.

Заключение

К основным функциональным возможностям системы Moodle при использовании курса по производственной практике можно отнести:

- широкие возможности по накоплению, размещению, систематизации и актуализации учебно-методического обеспечения образовательного курса;
- формирование образовательного контента, способного в онлайн-режиме предоставлять информацию заинтересованным лицам, причастным к организации и проведению учебных и производственных практик;
- применение различных вариантов общения для информационного сопровождения разрозненных участников образовательного процесса;
- осуществление дистанционного мониторинга учебной деятельности студентов

за счет оценки статистических данных их взаимодействия с Moodle.

Таким образом, наблюдается эволюционное развитие системы дистанционного обучения Moodle в СибГУ им. М.Ф. Решетнёва. Число её пользователей среди студентов и преподавателей постепенно увеличивается. Она применяется для проведения очных занятий, способствует повышению эффективности самостоятельной работы студентов. В будущем сфера применения и функциональные возможности Moodle будут только расширяться, а доступность расти, что должно привести к повышению уровня образования. Однако учебное взаимодействие в системе человек – человек всегда будет предпочтительнее и продуктивнее, чем в системе человек – компьютер. Необходимо найти баланс, когда современные информационные технологии дополняют учебные возможности преподавателя, а доступность и наглядность материала лишь повышают интерес студентов к образовательному процессу. В нашем случае необходимо продолжать исследование эффективности функционирования Moodle. Нужно разработать соответствующие критерии эффективности и на их базе создать мониторинговую систему совершенствования влияния Moodle на образовательный процесс. Данные исследования являются актуальными и будут продолжены в Институте лесных технологий СибГУ им. М.Ф. Решетнёва.

Список литературы

1. История возникновения и основные характеристики системы управления обучением Moodle. [Электронный ресурс]. URL: <https://poisk-ru.ru/s59941t1.html> (дата обращения: 12.12.2021).
2. Гамзатова С.А. Дистанционное обучение студентов медицинского колледжа в условиях самоизоляции в период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Молодой ученый. 2020. № 38 (328). С. 41–43.
3. Амбросенко Н.Д., Потапова С.О., Скуратова О.Н. Опыт создания и использования электронного курса по основам работы LMS Moodle в рамках программы повышения квалификации педагогического состава // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции. Часть I. Образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Красноярск: КГАУ, 2017. С. 7–10.
4. Александрова Н.А., Пигузов А.А. Опыт применения системы дистанционного обучения Moodle в преподавании дисциплин учебного плана студентам направления обучения «Менеджмент» // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социология. 2016. № 1. С. 159–161.
5. Старикова Е.Ю. Об организации практик студентов химико-технологического факультета // Вестник КузГТУ. 2008. № 5. С. 130–132.

УДК 37.013

**МНОГОАСПЕКТНОСТЬ УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ КАК ФАКТОРА
СОЦИАЛЬНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННОГО МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА****¹Плеханова Е.М., ²Лобанова О.Б., ¹Рогач И.В., ²Бондарчук С.К.**¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»,
Красноярск, e-mail: plem9@mail.ru, rogach.irina2016@yandex.ru;²Лесосибирский педагогический институт – филиал ФГАОУ ВО СФУ,
Лесосибирск, e-mail: olga197109@yandex.ru

В статье рассматривается вопрос многоаспектности учебного проекта в контексте его социальной и интеллектуальной значимости. Многоаспектный подход к пониманию учебного проекта подчеркивает его значимость как фактора социализации младших школьников и важного условия интеллектуального развития. Авторы на основе анализа научно-педагогической литературы показывают, что метод проектов набирает популярность в российском и зарубежном образовании благодаря своим ресурсным возможностям создавать условия для развития творческой личности, способной к самостоятельному поиску знаний в современном информационном пространстве, и решать практико-ориентированные задачи. Использование метода проектов формирует у ребёнка умение мыслить нестандартно в любой ситуации, генерировать идеи, умение публично защищать свою работу, вступая при этом в дискуссию, отстаивать свою точку зрения. При использовании проектного обучения коренным образом меняется роль педагога: он выступает в роли активного помощника и консультанта, что позволяет в полной мере реализовать требования ФГОС НОО и организовать учебный процесс в рамках системно-деятельностного подхода. В статье делается вывод о возможностях использования метода развития коммуникативных умений, а также навыков критического и творческого мышления.

Ключевые слова: метод проектов, проектная технология, проектная деятельность, современный младший школьник, навыки человека XXI века

**THE MULTIDIMENSIONAL NATURE OF THE EDUCATIONAL PROJECTS
AS A FACTOR OF SOCIAL AND INTELLECTUAL DEVELOPMENT
OF A MODERN PRIMARY SCHOOL STUDENT****¹Plekhanova E.M., ²Lobanova O.B., ¹Rogach I.V., ²Bondarchuk S.K.**¹V.P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk,
e-mail: plem9@mail.ru, rogach.irina2016@yandex.ru;²Lesosibirskij Pedagogical Institute – branch of Siberian Federal University,
e-mail: olga197109@yandex.ru

The article deals with the issue of the multidimensional nature of the educational project in the context of its social and intellectual significance. The multidimensional approach to the understanding of an educational project emphasizes its importance as a factor of socialization of younger schoolchildren. Basing on the analysis of scientific and pedagogical literature, the authors show that the project method is gaining popularity in Russian and foreign education due to its resource capabilities to create conditions for the development of a creative personality, who is able to search for knowledge independently in the modern informatial environment and solve practice-oriented tasks. The use of the project method forms the child's ability to think outside the box in any situation, make them generate ideas, force them to publicly defend their work and point of view, while entering into a discussion. The teacher's role fundamentally changes to an active assistant and consultant through using project-based learning, which makes it possible to fully implement the requirements of the Federal State Educational Standard and organize the educational process within the framework of a system-activity approach. The article concludes about the possibilities of using the method of developing communicative skills, as well as critical and creative thinking skills.

Keywords: project method, project technology, project activity, modern student of primary school, skills of a person of the XXI century

В современном обществе люди все больше используют коммуникационные и информационные технологии и не только для поиска информации, но и при подаче заявления о приеме на учебу в вуз или учреждения дополнительного образования, записываясь на прием к врачу, и просто для общения с друзьями и родственниками. При этом все чаще в сфере бизнеса используют технологии для совместной работы, создания новых идей, продуктов и услуг и обмена

ими с коллегами, клиентами или более широкой аудиторией. Ко всем вышеперечисленным навыкам следует добавить навык учиться и переучиваться в течение всей жизни, что особенно необходимо для жизни в быстро меняющемся обществе [1]. Все эти перечисленные здесь навыки обучения, информационной грамотности, социальные навыки особенно необходимые человеку XXI в., аккумулирует в себе метод проектов. Именно поэтому сегодня когни-

тивная образовательная парадигма уступает место инновационной, делая акцент на повышении исследовательских компетенций у младших школьников, где организация проектной деятельности выступает важным условием решения актуальных образовательных проблем. Метод проектов способствует формированию мышления школьника, направленного не только на запоминание и воспроизведение знаний, но и применение их на практике. Сегодня использование метода проектов рассматривается как неотъемлемая часть учебной и внеурочной работы, как средство развития социальной, интеллектуальной, творческой и исследовательской активности школьников, углубления и закрепления их знаний и опыта [2]. Настоящая статья продолжает цикл статей, посвященных исследованию проблемы использования метода проектов в отечественном и зарубежном образовании.

Цель работы – раскрыть многоаспектность учебных проектов как важнейшего фактора социального и интеллектуального развития современного младшего школьника.

Материалы и методы исследования

В соответствии с обозначенной целью статьи были проанализированы отечественные и зарубежные публикации, касающиеся разных аспектов использования метода проектов. Кроме того, материал статьи подготовлен на основе личного опыта работы авторов по организации проектной деятельности в филиалах кафедр педагогической направленности в образовательных организациях Красноярского края. Филиалы кафедр осуществляют научно-методическую работу по сопровождению проектной деятельности в начальных классах на площадках базовых школ региона.

Результаты исследования и их обсуждение

Использование метода проектов в отечественной школе берет свое начало с 1920-х гг., когда советская школа, вдохновившаяся идеями западных коллег (Д. Дьюи, У. Килпатрик) использовала метод проектов и дальтон-план в сочетании. Основоположник метода Дж. Дьюи, а в дальнейшем и его последователи говорили о необходимости организации новых форм обучения, при которых ребенок самостоятельно учится добывать необходимые знания. Проектное обучение способствует развитию активного мышления учеников, навыков наблюдения, умений описывать увиденное и делать выводы, что дает высокие академические результаты благодаря возможности не ограничивать природную активность и желание

ребенка познавать мир, а также общаться со сверстниками во время учебных занятий. Метод проектов в советской интерпретации способствовал воспитанию деятельных, энергичных, предприимчивых граждан, которые были необходимы при строительстве нового коммунистического общества [2]. Важно отметить, что в период становления трудовой школы метод проектов являлся формой организации обучения, которая полностью заменяла традиционную систему обучения вплоть до 1931 г., когда согласно постановлению ЦК ВКП(б) «О начальной и средней школе» предметная система преподавания и классно-урочная система обучения были провозглашены единственно верными.

Обращаясь к определениям метода проекта в современной педагогике, находим, что наиболее востребованным является определение Е.С. Полат, которая понимает под проектом способ достижения дидактической цели, через детальную разработку проблемы (технологии), направленной на достижение практического результата, оформленного тем или иным образом [3, с. 67]. Избранная форма организации обучения позволяет повысить эффективность обучения, обеспечивая систему действенных обратных связей, что, в свою очередь, способствует развитию личности не только обучающихся, но и педагогов, принимающих участие. Применение метода проектов в школьном образовании способствует установлению и развитию новых субъект-субъектных отношений между участниками образовательного процесса, и укреплению их позиций. При этом позиция учителя заключается в признании индивидуальности и самооценности каждого ребенка и обучении ребенка через призму его жизненного опыта.

М.И. Болотова, описывая важность технологии, отмечает, что применение проектного обучения направлено на формирование у школьников умения сотрудничать, договариваться, способности осуществлять взаимный конструктивный контроль определять и реализовывать общую цель работы и находить пути ее достижения [4, с. 5].

Обучение проектной деятельности должно способствовать повышению личной уверенности учащихся и осознания значимости коллективной работы необходимой для получения результата, роли сотрудничества [5, с. 95].

Исследователи подчеркивают, что в рамках образовательного процесса учебный проект, ориентированный на изучение какой-либо темы, выполняет двоякую роль: во-первых, дает ученикам раскрыть свой интеллектуальный и творческий потенци-

ал, попробовать свои силы и применить полученные знания в деятельности, направленной на решение интересной проблемы; во-вторых, позволяет учителю использовать проект как дидактическое средство, направленное на развитие исследовательских, коммуникативных, поисковых, творческих, проективных, информационно-аналитических, конструкторских, рефлексивных и других компетентностей учащихся, а также навыков самостоятельной работы [6, с. 17, 18].

Еще одной значимой стороной проектной деятельности является социальное развитие ребенка, которое осуществляется путем интеграции его в социальную целостность проектной группы. Освоение таких значимых элементов социальной структуры общества, как социальные статусы, социальные роли (лидер – подчиненный, генератор идей – критик, специалист, член коллектива и т.д.) и социальные группы, позволяют младшему школьнику учиться таким социальным действиям, как нормированность действий, проявление волевых усилий, выстраивание собственной независимости от социальной среды, саморегуляция.

При этом задача педагога заключается в том, чтобы создать соответствующие условия для систематических исследований в области предметных дисциплин, а также дать направление в поисках путей решения нестандартных образовательных задач [7, с. 2016].

Современные чешские исследователи V. Hornackov, V. Kyrlova, G. Plasha, L. Jiroutova тоже отмечают роль учителя в организации проектной деятельности и подчеркивают необходимость его помощи для ребёнка в нахождении связей внутри предмета, понимания причины возникновения того или иного явления. По мнению учёных, учитель начальной школы должен стать мостом между миром детей и миром взрослых, соединяя школьные вопросы с реальной жизнью естественным образом [8, с. 2–6].

M. Skutil, C. Havlickova, R. Matejickova отмечают одну из основных особенностей проектного обучения в смене статуса учителя с поставщика информации до проводника в ее приобретении. Учёные выделяют одну из основных задач педагога в проектном обучении – содействие в интеграции новой информации в картину мира ребёнка, а также помощь и вовлечение её в образ мира ребёнка [9, с. 1, 2].

Сегодня в современных научных и практических исследованиях выделены типы и виды проектов, модели осуществления деятельности в проекте, этапы реализации. Так, в исследованиях выделены разноо-

бразные классификации проектов по таким типологическим признакам, как доминирующая или предметно-содержательная область, характер координации проекта, характер контактов в группу, количество участников, продолжительность проекта. На сегодняшний день выделяют более 15 видов и типов проектов, среди которых широко распространены в образовательной практике: информационный, конструкторский, творческий, исследовательский, монопроект, телекоммуникационные проекты и т.д.

Общеизвестно, что учебный проект становится успешным при строгом соблюдении этапов проектной деятельности: мотивационного, подготовительного, технологического, рефлексивно-оценочного, презентационного.

Не следует забывать, что необходимой частью, а также отличительным признаком любого проекта является создание продукта проекта, предполагающее многообразие, от разработки буклетов-помощников, карт, моделей до разработки деловой игры, квеста, спектакля, телепередачи, видеофильма или проведения какой-либо акции.

Все это подтверждает, что учебный проект – это многоаспектная деятельность, способствующая развитию самостоятельного критического мышления учащихся, умения отбирать и исследовать необходимую информацию в рамках учебной проблемы, а также формулировать выводы, опираясь на знание фактов и закономерностей науки.

В связи с новыми требованиями ФГОС НОО 2021/2022 обучение проектной деятельности начинается с первого класса, так как она способствует непрерывному и последовательному развитию ребёнка, формированию необходимых для жизни коммуникативных качеств, желания образовываться и самообразовываться, что является важнейшим средством активизации учебно-познавательной деятельности. Проектная деятельность обучающихся начальных классов направлена на овладение умением видеть проблему, научиться преобразовать её в цель деятельности, видеть ресурсы, находить информацию в разных источниках, предвидеть результат и представить его перед публикой.

S.U. Putri, T. Sumiati, I. Larasati из Индонезии провели исследование и выявили положительное влияние метода проектов на развитие творческого мышления младших школьников. Выполняя проектную работу, дети получают уникальный опыт по решению практико-ориентированных задач, тренируют навыки критического мышления, которые проявляются на каждом этапе вы-

полнения проекта и выражаются в следующих умениях: вырабатывать идеи для проекта, организовывать рекламу, исследовать предметную область его выполнения, вообразив и внедряя инновации в продукт проектной деятельности [10, с. 2–5].

Проектная деятельность на уроках в начальной школе решает несколько важных образовательных задач, направленных на усвоение знаний в активной деятельности; формирование универсальных учебных действий за счёт проектных умений; целостное представление об изучаемом явлении в процессе проектирования; возможности в будущем перейти к самостоятельному проектированию по любым предметам, благодаря формированию представлений о проектной деятельности и проектных умениях [11, с. 73].

Тематика проектных заданий должна быть разнообразной и интересной для учеников начальных классов, а также охватывать широкий круг вопросов школьной программы. Выбор темы проекта должен учитывать индивидуальные способности учащихся. При выборе темы проекта, которые могут быть решены при использовании учителем «банка проектов» (А.Ж. Насипов, 2005), состоящего из списка реально выполнимых проектных работ, сгруппированных по предметным областям.

Польские учёные М. Kolodziejcki и М. Przybysz-Zaremba, опираясь на опыт своих коллег, говорят о важности применения проектного метода в обучении разным дисциплинам. Проектный метод играет роль «малой лаборатории жизни» при изучении предмета «Естествознание» («Окружающий мир» в России), который через проживание знаний учит поиску правильных и эффективных способов действий в жизненных ситуациях. По мнению авторов, учебный проект по иностранному языку помогает устранить языковое непонимание в изучаемой теме, публичное представление проекта во много раз увеличивает языковые компетенции, а также стимулирует и развивает каналы восприятия и передачи языковых сообщений. Проекты в области физического воспитания имеют практическую направленность на искоренение вредных привычек и популяризацию здорового образа жизни [12, с. 29–31].

Немаловажная роль в проектной деятельности отводится учителю, который консультирует и мотивирует школьника на протяжении всех этапов её выполнения. Так, обращение к учебным проектам в начальной школе дает учителю ряд преимуществ, способствуя успешной социализации детей, формируя коммуникативную компетент-

ность, с одной стороны, и информационную грамотность, с другой. Учебный проект в начальной школе, при выполнении которого школьник приобретет опыт решения реальных жизненных проблем, готовит детей к взрослой жизни.

Реализация проектов в начальной школе требует серьезной подготовки и связана с планированием учителем учебного проектирования, созданием комфортной психологической атмосферы, организацией психолого-педагогической поддержки, материально-техническим, информационным, учебно-методическим и организационным обеспечением проектов [13, с. 33–35].

Современному учителю, использующему в организации педагогического процесса метод проектов, нужно знать проблемы, возникающие в ходе работы: поверхностное осознание сущности проектной деятельности, роли каждого учащегося в ней, неумение предотвращать трудности, неготовность многих учащихся к проектированию в силу индивидуальных способностей. Если учитель не научится оперативно реагировать на них, то результаты проектного метода будут неэффективны [14].

Заключение

Подводя итоги, можно говорить о том, что метод проектов набирает популярность в отечественном образовании благодаря своим ресурсным возможностям в создании условий для социального и интеллектуального развития младшего школьника. Уже на первой ступени образования обучающийся способен не только к самостоятельному поиску в современном информационном пространстве, но и к решению социальных задач самоинтеграции в социальное пространство и включенности в социальные взаимодействия. Именно метод проектов способен сформировать важные жизненные навыки коммуникации, критического и творческого мышления младшего школьника, умение мыслить нестандартно в любой ситуации, генерировать идеи, умение публично защищать свою работу, вступая при этом в дискуссию, отстаивать свою точку зрения. Однако важно подчеркнуть, что существенным образом должна измениться и роль учителя с простого транслятора знаний на активного помощника, фасилитатора, консультанта, что позволяет в полной мере реализовать требования ФГОС НОО и организовать учебный процесс в рамках системно-деятельностного подхода.

Важно, что многоаспектность метода проектов подчёркивается и в новых ФГОС НОО 2021–2022 гг., где на первый план выносятся такие особенности и преиму-

щества, как развитие умений организации совместной деятельности, умений руководить, выполнять поручения, подчиняться, развитие межличностных отношений, развитие умений рефлексии совместной деятельности, что позволяет младшему школьнику гармонично социализироваться, т.е. не только интегрироваться в социальную среду, но и активно влиять на нее.

Ясно, что, работая над проектом, обучающиеся самостоятельно конструируют свои знания, что невозможно существовать без социальной активности, где результат проекта – продукт, которой в той или иной степени обладает определенной новизной и имеет значимость не только личностную (улучшить свое обучение, преодолеть трудности и др.), но и общественную (принести пользу кому-либо, помочь ближнему, украсить общественное пространство и др.).

В ходе проектной деятельности у обучающихся формируются знания по отдельным предметам, способы действий (умение раскрыть содержание проектной работы, обосновать использование имеющихся знаний и др.). Однако младшие школьники не только получают новые знания, учатся их анализировать, осмысливать, но и применять на практике.

Многоаспектность учебного проекта фактора социального и интеллектуального развития младших школьников можно подчеркнуть и через формирование познавательных, коммуникативных и регулятивных УУД, обозначенных во ФГОС НОО. Самостоятельное получение знаний, попытка решения той или иной проблемы, умение ставить проблему, выбирать пути ее решения, поиск информации, умение в потоке информации выбрать наиболее важную и значимую, прогноз результата, планирование своей деятельности, управление познавательной деятельностью, контроль, оценка ресурсов для решения проектных задач, выбор стратегии, представление результатов работы, аргументированные ответы на вопросы и т.д. – вот те навыки, которыми сегодня должен овладеть современный выпускник начальной школы.

Список литературы

1. Griffin P., McGaw B., Care E. Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Springer Science-Business Media B.V., 2012.
2. Плеханова Е.М., Лобанова О.Б. Метод проектов: его интерпретация в отечественной образовательной практике 1920-х гг. // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28838> (дата обращения: 04.10.2021).
3. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие. М.: Академия, 2008. 272 с.
4. Болотова М.И., Донина И.А. Специфика организации проектной деятельности младших школьников в условиях модернизации системы образования: монография. Ялта: РИО ГПА, 2017. 244 с.
5. Лукьяненко В.С. Метод проектов. Активность, приёмы, методы // Новое слово в науке: стратегия развития: материалы II Международной научно-практической конференции. В 2 т. Т. 1. Чебоксары: ООО ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 94–96.
6. Вяземский Е.Е., Стрелова О.Ю. Проектная деятельность школьников на уроках истории: учебное пособие для общеобразовательных организаций. М.: Просвещение, 2017. 160 с.
7. Демьяненко Н.М., Иванов А.В., Калинин С.И. О методе проектов // Акмеология профессионального образования: материалы 13 Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2016. С. 244–249.
8. Hornackov V., Kyrlova V., Plasha G., Jiroutova L. Projecting and Methods of Active Learning in Primary and Pre-Primary Education. Procedia – Social and Behavioral Sciences. Netherlands: Elsevier, 2014. P. 1–7.
9. Skutil M., Havlickova C., Matejickova R. Teaching methods in primary education from the teacher's point of view. Procedia – Social and Behavioral Sciences. Netherlands: Elsevier, 2015. P. 1–6.
10. Putri S.U., Sumiati T., Larasati I. Improving creative thinking skill through project-based-learning in science for primary school. Journal of Physics Conference Series. Great Britain: Institute of Physics (Great Britain), IOP Publishing, 2019. P. 1–6.
11. Семенова Н.А. Проектная деятельность младших школьников в урочное время // Научно-педагогическое обозрение. 2013. № 1. С. 70–74.
12. Kolodziejcki M., Przybysz-Zaremba M. Project method in educational practice. University Review. Poland. 2017. Vol. 11. No. 4. P. 26–32.
13. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: пособие для учителей и студентов педагогических вузов. М.: АРКТИ, 2005. 112 с.
14. Первова Г.М., Гутарин М.М. Метод проектов в современной начальной школе // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2019. Т. 24. № 183. С. 148–155.

УДК 378.147:372.881.1

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИКУЛЬТУРНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Полякова М.В.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: marptv@mail.ru

Статья посвящена проблемам обучения студентов экономических направлений в условиях поликультурной образовательной среды. В работе раскрываются понятия поликультурной образовательной среды, устанавливаются принципы и функции ее реализации. Поликультурная образовательная среда основывается на принципах системности, целостности, информативности, адаптивности, вариативности и опережении растущих профессиональных, социальных и личностных потребностей. В качестве основных компонентов поликультурной образовательной среды в работе выделены и проанализированы: содержательно-методический, деятельностный, коммуникационно-организационный, информационно-технологический и пространственно-семантический компоненты. В рамках исследования были установлены и описаны следующие функции поликультурной образовательной среды вуза: образовательно-воспитательная, профессионально-личностного развития, адаптивная и синдикативная. Образовательно-воспитательная функция выступает основной, все функции взаимосвязаны друг с другом. Данные функции реализуются в рамках преподавания дисциплин в вузе в целом и дисциплины «Иностранный язык: профессионально-ориентированный курс» в частности. В статье описывается опыт применения смешанной модели обучения при преподавании данной дисциплины на базе информационно-образовательной платформы Moodle. В рамках проведенного исследования был создан и апробирован вспомогательный онлайн-курс. Анализ результатов обучения с применением данного онлайн-курса по дисциплине доказывает эффективность такой модели обучения.

Ключевые слова: поликультурная образовательная среда, иностранный язык: профессионально-ориентированный курс, смешанное обучение, Moodle

THE CONTENT OF A POLY CULTURAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF INCREASING THE EFFICIENCY OF LEARNING A FOREIGN LANGUAGE IN HIGHER SCHOOL

Polyakova M.V.

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, e-mail: marptv@mail.ru

The article is devoted to the problems of training students of economic specialties in terms of polycultural educational environment. The work reveals the concept of a polycultural educational environment, establishes the principles and functions of its implementation. A polycultural educational environment is based on the principles of consistency, integrity, information content, adaptability, variability and advances in professional growth, social and personal needs. As the main components of a polycultural educational environment, the paper defines and analyzes: content-methodological, activity-based, communication-organizational, information-technological and spatial-semantic components. In the study, the following functions of the polycultural educational environment of the university are determined and described: educational and upbringing, professional and personal development, adaptive and syndicate. The educational and upbringing function is considered to be the key one, all the functions are interconnected with each other. These functions are implemented in training disciplines at the university in general and discipline "professionally oriented foreign language course" in particular. The article describes the experience of using a blended learning model based on information and educational Moodle platform. As part of the study, an additional on-line course was developed and tested. The learning outcome analysis using this online course in the discipline proves the effectiveness of such a learning model.

Keywords: polycultural educational environment, professionally oriented foreign language course, blended learning, Moodle

На современном этапе развития общества и науки, в эпоху глобализации и цифровизации общества в одном вузе обучаются студенты из разных стран. Многонациональный контингент обучающихся в вузах – это возрастающая тенденция высшего образования, оказывающая как положительное, так и отрицательное воздействие на процесс образования в целом. Таким образом, реализация образовательных программ в вузе осуществляется в условиях поликультурной образовательной среды. Исследования Т.Т. Капезиной, М.А. Ивановой, Н.А. Титко-

вой, Е.Б. Попоковой, Б.А. Федева посвящены нивелированию отрицательного воздействия. Однако данные исследования в большей степени носят теоретический характер.

Обучение иностранному языку в вузе носит профессионально ориентированный характер. Как правило, студенты неязыковых вузов на начальных курсах в рамках изучения общих образовательных дисциплин изучают иностранный язык (базовый курс), далее происходит изучение иностранного языка профессиональной направленности. Название дисциплины может варьировать-

ся, дисциплина может называться «Иностранный язык: профессионально ориентированный курс», «Профессиональный курс иностранного языка», «Профессионально ориентированный курс иностранного языка», «Деловой иностранный язык» или «Иностранный язык: деловая коммуникация». Вне зависимости от названия содержание обучения профессионально ориентировано, основывается на профессиональных потребностях студентов.

Профессионально ориентированное обучение иностранному языку должно быть основано на учете потребностей студентов в будущей профессии или специальности [1]. В результате обучения выпускник должен быть способен осуществлять устно и письменно деловую коммуникацию на иностранном языке. Таким образом, современная система обучения иностранным языкам в вузе должна готовить специалиста со знанием иностранного языка, способного осуществлять профессиональное межкультурное общение. К современному специалисту предъявляются требования осуществлять контакт с иностранными партнерами, а также использовать международный профессиональный и культурный опыт в своей работе [2]. Таким образом, возникает необходимость определения понятия поликультурной образовательной среды и ее функции, а также анализ результатов обучения дисциплине «Иностранный язык: профессионально ориентированный курс» с применением смешанного обучения и направленного на реализацию функций поликультурной образовательной среды с целью повышения языковой подготовки студентов.

Материалы и методы исследования

На сегодняшний день обучение в вузе происходит в условиях поликультурной образовательной среды, которая является сложным и многоаспектным явлением. Ряд исследователей рассматривают данную среду как часть социальной среды [3–6]. Т.В. Поштарева, Н.И. Башмакова, Н.И. Рыжова, О.Л. Колоницкая, Л.С. Зникина и Д.В. Седых рассматривают поликультурную среду как часть образовательной среды [7, 8]. О.Л. Колоницкая отмечает: «Часть образовательной среды, представляющая совокупность условий, влияющих на формирование личности, ее готовность к эффективному межэтническому и межкультурному взаимодействию, эмпатии, пониманию других культур и этнокультур, толерантному отношению к представителям других культур и этносов» [9, с. 10].

М.В. Слепцова подробно описывает феномен поликультурной образовательной

среды, рассматривая это понятие «с позиции педагогических условий формирования творческой личности, готовой к эффективному межкультурному взаимодействию, стремящейся к пониманию других культур, умеющей жить в мире и согласии с представителями разных национальностей» [10, с. 54]. Исследуя понятие «поликультурная образовательная среда вуза» как сложное явление, необходимо уделить внимание двум составляющим этого термина – образование и поликультурность. Сущность поликультурности, в основе которой заложены общегуманистические и педагогические идеи человечности, сводится к созданию единой общности представителями разных культур. Образование в вузе в общем понимании – это осуществление трех видов деятельности: учебной, научной и творческой – в результате которых студенты приобретают научные знания и профессиональные навыки, а также умения учиться, направленные на реализацию творческого потенциала студентов. Таким образом, поликультурная образовательная среда вуза – это общность, в которой происходит взаимодействие представителей различных культур, одной из основных целей которой является образовательная направленность. Анализ и детальное изучение сущности, структурных элементов образовательной среды в целом и поликультурной образовательной среды в частности позволили нам смоделировать структуру поликультурной образовательной среды вуза. Модель поликультурной образовательной среды представлена на рис. 1.

Поликультурная образовательная среда вуза основывается на принципах системности, целостности, информативности, адаптивности, вариативности и опережении растущих профессиональных, социальных и личностных потребностей. Все принципы являются важными составляющими и находятся в тесной взаимосвязи. Рассмотрим два основных принципа: адаптивности и вариативности образовательных программ в вузе.

Принцип вариативности образовательных программ в системе высшего образования определяет рассмотрение поликультурной образовательной среды как изменяющейся системы, способной в сжатые сроки отвечать на требования, предъявляемые к образовательному процессу в вузе. Поскольку образовательный процесс в поликультурной образовательной среде вуза направлен на обучение представителей разных культур, то весьма важен принцип адаптивности образовательных программ, способствующий процессу социализации студентов к условиям обучения в вузе.

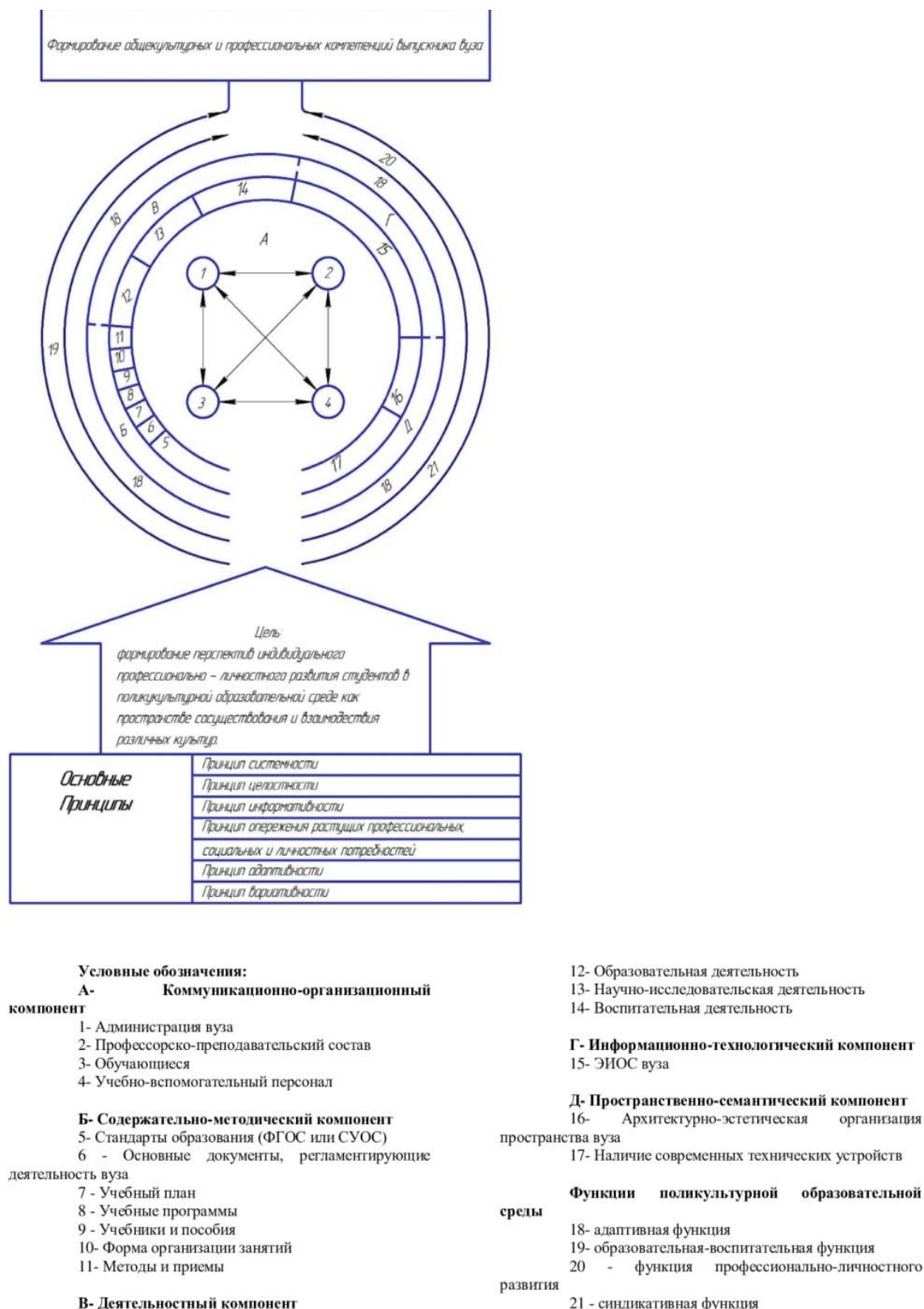


Рис. 1. Модель поликультурной образовательной среды вуза

Современные исследователи выделяют несколько компонентов в структуре образовательной среды [11, 12]. На основе анализа выделенных компонентов образовательной среды возможно выделение следующих компонентов поликультурной образовательной среды вуза: содержательно-методический, деятельностный, коммуникационно-организационный, информационно-технологический и пространственно-семантический.

Содержательно-методический компонент регламентирует и определяет деятельность образовательного учреждения в целом. Деятельностная составляющая направлена на реализацию трех основных видов деятельности, если речь идет о поликультурной образовательной среде вуза, – это образовательная, научно-исследовательская и воспитательная деятельность. Следует отметить, что все три вида деятельности находятся в тесной взаимосвязи.

Коммуникационно-организационный компонент устанавливает и обеспечивает процесс взаимодействия участников образовательного процесса, представляет собой процесс непосредственной организации образовательного процесса. Информационно-технологический компонент относительно новый, но ставший неотъемлемой частью любой образовательной среды, в том числе и поликультурной. Данный компонент представляет электронную информационно-образовательную среду, обеспечивающую взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством сети. Пространственно-семантический компонент определяет организацию учебного пространства, учебных аудиторий, зон отдыха, а также наличие современных технических устройств.

А.И. Артюхина, Т.Н. Гущина, С.В. Тарасов, В.А. Ясвин, Н.И. Башмакова, Н.И. Рыжова и другие исследователи выделяют различные функции образовательной среды в целом и поликультурной образовательной среды в частности [13, 14]. Проанализировав описанные в исследованиях функции, мы установили основные функции, характерные для поликультурной образовательной среды вуза: образовательно-воспитательная, профессионально-личностного развития, адаптивная и синдикативная. Следует отметить, что реализация данных функций происходит в рамках преподавания дисциплин в вузе.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим реализацию основных функций поликультурной образовательной среды вуза в рамках преподавания дисциплин

«Иностранный язык: профессионально ориентированный курс» студентам бакалавриата направления «Экономика».

В рамках образовательно-воспитательной функции происходит процесс образования и воспитания посредством данной дисциплины. Данный процесс усложняется разно-национальным коллективом участников образовательного процесса, а также фактом обучения в одной группе студентов с разным уровнем языковой подготовки. Развитие ЭИОС вуза, специально созданные программы, методические пособия и онлайн-курсы помогают нивелировать данную проблему [15]. Разработанный онлайн-курс с учетом модели смешанного обучения является весьма эффективным. В рамках преподавания дисциплины «Иностранный язык: профессионально ориентированный курс» студентам бакалавриата направления «Экономика» и реализации смешанного формата обучения был разработан специальный онлайн-курс. В рамках смешанного формата обучения предполагается, что 50 % практических занятий проводится в традиционном формате, соответственно, 50 % – это электронные практические занятия, в рамках которых осуществляется систематическая работа студентов с онлайн-курсом.

Онлайн-курс имеет определенную структуру. В течение одного семестра студенты изучают четыре темы, каждая из которых состоит из трех блоков: Vocabulary Skills, Reading Skills, Listening and Writing. В первом блоке, Vocabulary Skills, студентам предлагается закрепить основные лексические единицы по изучаемой теме. В блоке Reading Skills студенты должны поработать с текстами по изучаемой теме. Блок Listening and Writing дает возможность отработать навык аудирования и письма. Задания во всех блоках настроены таким образом, что студенты могут выполнять задания в любое время, количество попыток не ограничено. Предлагается выполнить следующие типы: задания множественного выбора, задания верно/неверно, подстановочные упражнения, упражнения на соотнесение. Таким образом, у студентов с более низким уровнем языковой подготовки появляется возможность неоднократного выполнения заданий, закрепление изученного на занятии материала. Контроль над деятельностью студента осуществляется автоматически. Преподаватель может установить количество времени, затрачиваемое на выполнение заданий, проанализировать допущенные ошибки, на основе полученных результатов скорректировать дальнейшую работу.

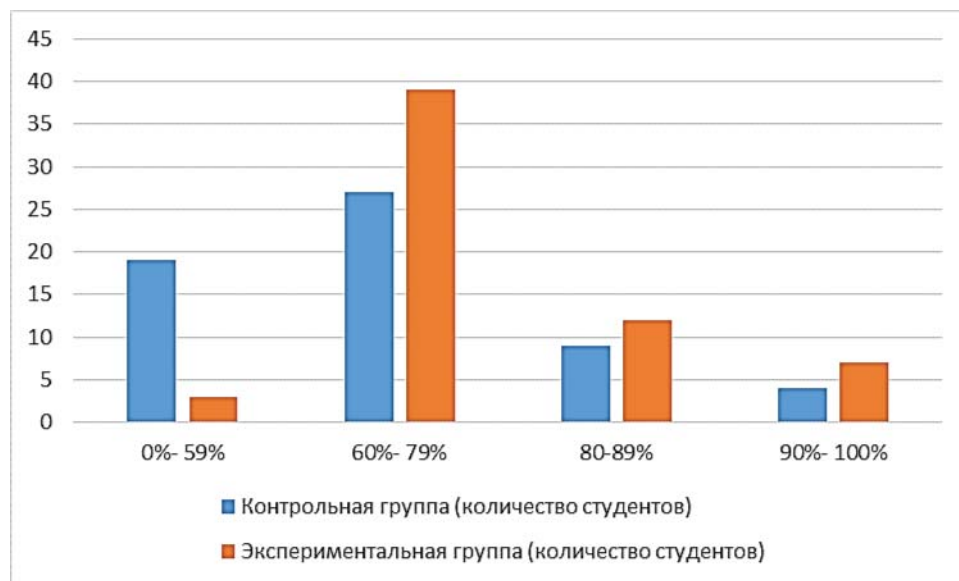


Рис. 2. Результаты тестирования контрольной и экспериментальной групп

На аудиторных практических занятиях происходит активизация и закрепление изученных лексических единиц в ходе составления диалогов, обсуждения в группах, представления индивидуальных презентаций и групповых проектов. Во время аудиторной работы происходит реализация функции профессионально-личностного развития и синдикативной функции. Посредством дисциплины студенты учатся взаимодействовать, устанавливать профессиональные контакты, вести беседы на профессиональные темы на иностранном языке. В рамках проведения аудиторных занятий реализуется адаптивная функция, студентам приходится учиться взаимодействовать с представителями различных культур. Практические занятия, систематическая работа на занятиях также способствуют сближению и поддержанию контактов вне аудиторий вуза.

Следует отметить, что на базе платформы Moodle был проведен эксперимент по обучению с применением смешанной модели обучения. В конце семестра было проведено тестирование студентов очной формы обучения ИПМЭИТ СПбПУ Петра Великого направления «Экономика». В ходе проведения тестирования было протестировано 120 студентов, 59 из контрольной группы и 61 из экспериментальной группы. В контрольной группе проводились только аудиторные практические занятия, в экспериментальной группе процесс обучения осуществлялся по смешанной модели обучения с использованием разработанного

онлайн-курса на базе платформы Moodle. Итоговый семестровый тест был составлен на основе программы дисциплины. Тест включал в себя задания на проверку лексическо-грамматических навыков, а также задания на слушание и письмо.

Результаты теста интерпретировались следующим образом:

90–100% правильных ответов – отлично;

80–89% правильных ответов – хорошо;

60–79% правильных ответов – удовлетворительно;

0–59% правильных ответов – неудовлетворительно.

Результаты тестирования представлены на рис. 2. С тестом не справились 3 студента (4,9%) из экспериментальной группы, в то время как в контрольной группе 19 студентам (32%) не удалось достичь положительного результата. Оценку «удовлетворительно» получили 27 студентов (46%) из контрольной группы и 39 студентов (64%) из экспериментальной группы. Результат «хорошо» был достигнут 9 студентами (15%) из контрольной группы и 12 студентами (19,7%) из экспериментальной группы. Отличный результат показали 4 студента (6,8%) из контрольной группы и 7 студентов (11,5%) из экспериментальной группы.

Заключение

Таким образом, студенты из экспериментальной группы показали более высокий результат. Реализация дисциплины в формате смешанного обучения, то есть

совмещение аудиторных практических занятий и электронного обучения, повышает успеваемость студентов. Во время проведения эксперимента студенты из экспериментальной группы регулярно посещали и активно работали на занятиях. В контрольной группе наблюдалось отсутствие нескольких студентов на ряде занятий.

Образовательная деятельность в вузе в условиях поликультурной образовательной среды является неотъемлемой частью жизни современного общества. Следует отметить, что поликультурная образовательная среда вуза представляет собой сложный феномен с определенной структурой, элементы которой тесно взаимосвязаны и направлены на эффективность образовательной деятельности вуза в целом. Реализация функции поликультурной образовательной среды происходит посредством преподавания учебных дисциплин, эффективность их реализации напрямую зависит от внедрения современных моделей и технологий обучения.

Список литературы

1. Поштарева Т.В., Киселев Д.С. Развитие и воспитание личности в поликультурной образовательной среде высшего учебного заведения // Современное гуманитарное знание о проблемах социального развития: материалы Всероссийской конференции (Ставрополь, 26 апреля 2021.). Ставрополь: Северо-Кавказский социальный институт, 2021. С. 130–133.
2. Rubtsova A.V., Krylova E.A., Smolskaya N.B., Odionokaya M.A. Polycultural linguistic personality formation in a digital educational environment of a university. The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Conference proceedings. London, 2020. P. 809–821.
3. Левченко Н.В. Поликультурная образовательная среда и ее педагогический потенциал // Вестник Калужского университета, 2016. № 1. С. 66–69.
4. Мельник О.А. Концепция поликультурной образовательной среды: характеристики, психологические особенности и ценности // Вестник Полесского государственного университета. 2019. № 2. С. 55–61.
5. Суровцова Е.И. Поликультурная образовательная среда как феномен современной духовной жизни общества // Педагогическое образование в России. 2014. № 7. С. 162–164.
6. Яруллин И.Ф. Патриотическое воспитание студентов в поликультурной образовательной среде // Поликультурное образовательное пространство Поволжья: пути и формы интеграции: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Под науч. ред. Г.Ж. Фахрутдиновой (Казань, 1 ноября 2013 г.). Казань: ИПИ КФУ, 2013. С. 697–699.
7. Башмакова Н.И., Рыжова Н.И. Поликультурная образовательная среда: генезис и определение понятия // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12635> (дата обращения: 28.03.2022).
8. Зникина Л.С., Седых Д.В. Педагогические условия актуализации процесса обучения студентов в полилингвальной образовательной среде вуза // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2018. № 4 (32). С. 173–177.
9. Колоницкая О.Л. Роль гуманитарной среды в повышении качества подготовки специалиста в техническом вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2008. 20 с.
10. Слепцова М.В. Анализ содержания понятия «поликультурная образовательная среда» // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2017. № 3 (27). С. 53–58.
11. Шенцова О.В. Развитие интереса к обучению путем создания эмоционально комфортной образовательной среды // Открытое образование. 2017. Т. 21. № 6. С. 92–104.
12. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М.: Смысл, 2001. 365 с.
13. Almazova N.I., Bernavskaya M.V., Barinova D., Odionokaya M.A., Rubtsova A.V. Interactive learning technology for overcoming academic adaption barriers // Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives. Proceedings of the Conference “Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives”. «Lecture Notes in Networks and Systems». 2020. P. 786–794.

УДК 377

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗНАЧИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМООЦЕНКИ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО КОЛЛЕДЖА

^{1,2}Прозорова М.Н.¹ГПОУ «Кировский медицинский колледж», Киров;²ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Киров, e-mail: mariyaprozorova@mail.ru

В статье представлен теоретический анализ психолого-педагогического обоснования, независимых и индивидуальных обоснований, значимых для формирования профессиональной самооценки у студентов медицинского колледжа. Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является формирование профессиональной самооценки у студентов при выборе медицинской специальности, это и определило актуальность исследования. Автором был проведен теоретический анализ литературных источников по проблеме исследования профессиональной самооценки у студентов с учетом возрастных особенностей. Проанализированы психолого-педагогические обоснования, позволяющие сформировать профессиональную самооценку студентов колледжа. Формирование профессиональной самооценки – создание профессионального видения себя как профессионала в будущем. Предпосылки и ценностные ориентиры формирования профессиональной самооценки студентов позволяют изучать личностные особенности учащихся профессиональных учебных заведений. В основу методических позиций легли технологии развивающего образования, предложенные Л.В. Горюновой, Л.В. Школяр, и теория развивающего обучения В.В. Давыдова. В ходе теоретического исследования были выделены психолого-педагогические обоснования, такие как объективные и субъективные, направленные на формирование профессиональной самооценки студентов. Теоретический анализ психолого-педагогической литературы, проведенный в рамках исследования, может быть использован в практической деятельности профессиональных образовательных организаций при планировании личностного и профессионального развития студентов.

Ключевые слова: самооценка, профессиональная самооценка, юношеский возраст, профессиональный путь, профессиональное образование, методические приемы, образовательный стандарт

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUBSTANTIATION OF THE IMPORTANCE OF THE FORMATION OF MEDICAL COLLEGE STUDENTS PROFESSIONAL SELF-ESTEEM

^{1,2}Prozorova M.N.¹Kirov Medical College, Kirov;²Kirov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,

Kirov, e-mail: mariyaprozorova@mail.ru

The article presents a theoretical analysis of psychological and pedagogical substantiation, independent and individual justifications that are important for the formation of professional self-esteem among medical college students. One of the urgent problems today is the formation of professional self-esteem among students when choosing a medical specialty, and this determined the relevance of the study. The author conducted a theoretical analysis of literary sources on the problem of studying professional self-esteem among students, taking into account age characteristics. The psychological and pedagogical justifications allowing to form professional self-esteem of college students are analyzed. The formation of professional self-esteem is the creation of a professional vision of yourself as a professional in the future. Prerequisites and value orientations for the formation of professional self-esteem of students allow us to study the personal characteristics of students of vocational educational institutions. The methodological positions are based on the technologies of developing education proposed by L.V. Goryunova, L.V. Shkolyar and the theory of developing education by V.V. Davydov. In the course of the theoretical research, psychological and pedagogical justifications were identified, such as objective and subjective, aimed at the formation of professional self-esteem of students. The theoretical analysis of psychological and pedagogical literature carried out within the framework of the study can be used in the practical activities of professional educational organizations when planning the personal and professional development of students.

Keywords: self-assessment, professional self-assessment, adolescence, professional path, professional education, methodological techniques, educational standard

Сложившаяся в российском образовании система учебно-воспитательного процесса в средних профессиональных образовательных организациях не даёт соответствующих теоретических знаний для реализации практических умений. Направленность формирования субъективных качеств личности основывается на их

внутренней логике саморазвития и слабо использует необходимые психолого-педагогические обоснования развития и формирования профессиональной самооценки студентов, что является недостатком такой системы.

Цель исследования – теоретическое обоснование значимости формирования

профессиональной самооценки у студентов в образовательной среде колледжа. Этот феномен лежит не только в сфере научного знания, а также в плоскости личностного развития студентов медицинского колледжа.

Студенческие годы совпадают с возрастным периодом юношеского возраста (18–23 лет). В этом возрасте с педагогической точки зрения большое внимание уделяется формированию оценки себя как личности (Ж. Пиаже, Л.С. Выготский, З.А. Зак, Ю.В. Громыко, В.В. Барцалкина, С.Ю. Степанов, И.Н. Семенов, В.И. Слободчиков, В.С. Мухина и др.). Как считает И.В. Дубровина, эксперт по возрастной и педагогической психологии, юношеский возраст – окончательная ступень индивидуализации. «Главным новообразованием юношеского возраста является готовность к самоопределению себя в мире профессий, саморефлексии, осознание собственной индивидуальности, появление жизненных планов, установка на сознательное построение сценария собственной жизни, постепенное вращение в различные сферы жизни» [1, с. 153]. Данный возраст характеризуется устойчивостью самосознания и стабилизацией образа «Я». Это возраст, когда складывается система представлений о самом себе, влияющая на поведение и эмоциональное состояние человека.

Материалы и методы исследования

Главные методы изучения – теоретический анализ научно-методической литературы по проблеме исследования, научное наблюдение, обобщение педагогического опыта. Новизна исследования заключается в обосновании значимости профессиональной самооценки у студентов медицинского колледжа с целью повышения уровня осознанности к выбранной профессии.

Несмотря на то, что данная тема освещается в специализированной литературе, исследования в основном касаются психологических процессов, связанных с развитием самооценки личности, а не представлением образа формирования профессиональной самооценки.

Первый и второй курсы являются наиболее сложными в плане социализации для студентов колледжа, так как именно в это время у студентов формируются навыки и умения координированной умственной деятельности, они осознают свое предназначение к выбранной специальности, вырабатывают приемлемый режим труда и досуга, налаживают режим самообразования и самовоспитания профессионально важных качеств личности. Исследования показывают, что студенты первого курса

не всегда осознанно овладевают профессиональными знаниями, так как у них еще не развиты такие черты характера, как умение самостоятельно учиться, осуществлять контроль и оценивать себя, а также безошибочно распределять свое личное и рабочее время для выполнения домашней работы. Адаптировавшиеся к каждодневной опеке и контролю в школе, некоторые студенты не умеют брать на себя ответственность за элементарные решения, им не хватает навыков самообучения и самообразования. Определяя вектор психолого-педагогического обоснования значимости формирования профессиональной самооценки у студентов колледжа, нельзя не отметить недостатки организационной сферы их образовательной деятельности.

Профессиональная самооценка у студентов представляется нам как организация собственного профессионального пути и развитие профессионального взгляда на себя. Образ идеального студента колледжа, которого хотят видеть педагоги, сочетает в себе такие качества личности, как проницательность в выборе профессии, дисциплинированность, склонность к самообразованию и самосовершенствованию. В настоящее время большинство педагогов видят в обучающемся, прежде всего, самостоятельного мыслителя, принимающего на себя ответственность за свои поступки. Современное подрастающее поколение сталкивается с проблемами, которые отсутствуют в жизненном опыте родителей, в образовательном содержании общеобразовательной и профессиональной школы. Если раньше «самооценка» рассматривалась как источник новых знаний, то сейчас она является показателем самостоятельности построения хода мышления, сознательного контроля собственных действий. Изучение предпосылок формирования значимости профессиональной самооценки у студентов медицинского колледжа позволило нам выявить возрастные особенности обучающихся в учреждении среднего профессионального образования, а также определить специфику образовательного процесса в колледже.

Понятие ранней юности и ее возрастных границ, рассмотренное такими учеными-практиками, как И.В. Дубровина, Б.Г. Ананьев, И.С. Кон и др., представлено рядом важных разногласий, значительных для нашего теоретического исследования. Во-первых, усиление таких умений и качеств, как упорство, уверенность, твердость, объективность, инициативность и нежелание самостоятельно рефлексировать

произошедшие события, давать оценку своему поведению и реакции на окружающих. Во-вторых, между сильной потребностью к личным проблемам и невозможностью их самостоятельного анализа. В-третьих, между направленностью к самооценке и еще не сформированной профессиональной самооценке, что мотивирует будущего специалиста к тенденции неумело определять цели и задачи. Данные противоречия актуализируют и стимулируют мотивацию личности к рефлексии и чувство собственного достоинства. В рамках своей квалификации выпускники колледжей к концу обучения становятся профессионалами и начинают свой квалификационный путь. Однако, как показывают некоторые исследования В. Карпова и В.В. Пономаревой, умение анализировать себя и свои действия, является высокой гарантией социальной адаптивности личности.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что возраст студентов колледжа является подходящим для овладения навыками самолюбия и умения управлять своим поведением. Обучение в медицинском колледже, как и в любом другом учреждении системы профессионального образования, имеет свои индивидуальные особенности. Непонимание своей будущей профессиональной деятельности и отсутствие практического опыта являются основными причинами недостаточного сформированных компонентов профессиональной самооценки. В период обучения на первом и втором курсах, согласно учебным планам, студенты медицинского колледжа уже приступают к выполнению самостоятельных манипуляций, к примеру, таких как подкожное введение лекарственных инъекций; внутривенная капельная инфузия; взятие крови из периферической вены; промывание желудка и др. Следовательно, до последнего года у будущих медицинских работников постепенно формируется пусть и не масштабный, но самостоятельный реальный опыт профессиональной деятельности, и им необходимо его пересмотреть для наиболее продуктивного прохождения преддипломной практики. Таким образом, можно говорить о необходимости формирования профессиональной самооценки как основного навыка личности, который позволяет доступно и адекватно оценивать себя, гарантирует становление и саморазвитие, поддерживает творческий подход к учебной, профессиональной и воспитательной деятельности, помогает в достижении их наивысшей продуктивности и эффективности.

В контексте нашего теоретического исследования формирования профессио-

нальной самооценки у студентов колледжа требуется более четкое психолого-педагогическое обоснование значимости в образовательной среде колледжа. С методологической точки зрения концепция личности как «человека действия», представленная в трудах Л.С. Выготского, С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева, Д.Н. Узнадзе и др., имеет особое значение в процессе профессионального становления. Если человек, как считает А.Г. Асмолов, «является односторонне активным существом, порожденным жизнью в обществе, пытающимся достичь жизни, то организация совместной деятельности и сотрудничества между людьми станет центром практики воспитания и личностного развития» [2, с. 145]. В процессе учебы студенты колледжа развивают общие и профессиональные компетенции, саморазвиваются и самосовершенствуются путем сознательного и активного освоения нового опыта оценивания себя в профессии. Общие и профессиональные компетенции тесно взаимосвязаны с эффективностью результатов, применяемых в рамках образовательного процесса, то есть таких механизмов реализации, когда будущий медицинский работник может осуществлять решения не только в рамках предложенного образовательного процесса, но и при формировании жизненной позиции. Говоря о специфике среднего профессионального образования, рассматриваемые вопросы актуальны и в наши дни, так как от современного выпускника медицинского колледжа требуется подвижность, умение применять свои знания в рамках практической деятельности, находчивость, умение нестандартно мыслить. Все это обязывает педагога отступать от привычного хода ведения учебного занятия и ставших традицией педагогических технологий.

В ходе исследования были выявлены следующие психолого-педагогические обоснования, направленные на формирование профессиональной самооценки у студентов в образовательной среде колледжа:

1) теоретические обоснования, способствующие формированию профессиональной самооценки у студентов медицинского колледжа, которые:

- способны к пониманию собственных действий;
- знают предмет и структуру интеллектуальной деятельности, ее цели, задачи, решение;
- развивают мыслительные операции когнитивных действий;
- обладают представлением о себе как об индивидуальном субъекте аналитического действия, процесса, деятельности.

2) практико-ориентированные обоснования – это синтез особенностей содержания, форм и средств единого учебно-образовательного процесса, направленного на успех целей педагогической деятельности, таких как:

- становление профессиональной самооценки у студента возможно только лишь в условиях специально созданной рефлексивной учебно-образовательной деятельности;

- учебно-образовательный процесс направлен на приобретение студентом опыта оценки себя и других;

- вхождение студента колледжа в более активную научно-исследовательскую точку зрения по отношению к своей жизни и профессиональной деятельности, к себе как к ее субъекту, а также к своему опыту с опорой на самоанализ, представление, переосмысление и последующая корректировка собственной реальности;

- возникновение представляющих противоречий, которые на самом деле осмысливаются студентом колледжа, переоценка, преобразование, улучшение или накопление новой информации и концептуализация знаний;

- возникновение трудностей и предполагаемых противоречий: для конкретной цели целостная рефлексивно-развивающая среда и допустимая многовариантность различных методов и др.

Представленные психолого-педагогические обоснования развития профессиональной самооценки показывают составляющие возможностей, способствующих формированию индивидуальной и профессиональной самооценки: специально организованная практика самооценивания студентов колледжа; наличие образовательной среды для самопознания; активизация межпредметных отношений между участниками; актуализация самооценки студентов; добавление условий в образовательные программы для формирования профессиональной самооценки [3, с. 117].

Профессиональная самооценка студентов колледжа – это структурный компонент осознания своей профессиональной траектории, своего психического состояния, своих мыслей и идей. Студент обращается к самому себе, критикует себя в жизни: какие поступки он совершает, какие ошибки совершает, осознает свою нужность или ненужность этому миру, анализирует, может ли он привнести что-то новое.

Принципы образования и профессиональной подготовки на первое место ставят четко сформулированные требования, которые направляют психолого-педагогическое мышление и действия педагога. Они опи-

раются на представление сути педагогического процесса, универсализации реального педагогического опыта.

Студент медицинского колледжа развивается в социальной среде и во многом определяется отношениями с преподавателями и сверстниками. Такое взаимодействие, основанное на совместной деятельности, реализует систему учебной и воспитательной работы со всеми категориями студентов колледжа (успевающими и неуспевающими) с целью личностного и профессионального развития обучаемых и создания необходимых профессиональных условий для их социализации.

Методологические позиции основаны на технологиях развития образования Л.В. Горюновой, Л.В. Школяр и теории развивающего обучения В.В. Давыдова, а также теории индивидуальных различий Б.М. Теплова.

Через элементы креативности выражается отношение человека к действительности, смыслу жизни, осознанию новых знаний и их закреплению. Усвоение учебного материала нам представляется возможным через обеспечение ряда условий. Исходя из этого, был сформулирован набор творческих задач в работе со студентами:

- установить все возможные связи явлений творчества с жизнью, наукой, личностью;

- познакомить студентов колледжа с различными видами и формами познавательной деятельности.

Главным критерием эффективной деятельности студента в формировании значимости профессиональной самооценки является освоение общих и профессиональных компетенций:

1. Нахождение контрастов и сравнений их в новом материале. Педагогический вопрос: Чему вы научились? Что вас удивило? И почему?

2. Символика урока. Основное действие: использование цветных карандашей, мелков, красок, чтобы изобразить символ темы, основную идею сегодняшнего урока.

3. Чувствуя, проживая материал. Основное действие: погружение через коллаж на основе личного опыта студента. «Есть ли что-то в теме сегодняшнего урока, что вы можете связать со своим личным опытом?»

4. Развитие вашего отношения, суждения, основанного на чувствах, мыслях. Сделайте коллаж из своих мыслей. Схематично нарисуйте трудные моменты сегодняшнего урока.

В педагогической науке под методами понимается «последовательное чередование способов взаимодействия педагога

и студента колледжа, направленных на достижение определенной цели посредством проработки учебного материала» [4, с. 28].

Технология как система методических приемов включает в себя методы деятельности студентов колледжа и методы организации учебного процесса, которые используются на занятиях: метод идентификации (оживление образа, проживание образа); метод организации художественно-эстетической среды (создание среды для обмена мнениями, впечатлениями); метод педагогического вопроса (адресованный личности студента); метод оценки вопросов, которые предполагают неординарный ответ (сократовские вопросы); метод творческих заданий (нарисуйте свой ответ, произнесите мысль и т.д.); метод обмена способностями. Метод, состоящий из действий, включает в себя конкретные операции, которые повторяются в разных системах действий.

Результаты исследования и их обсуждение

Из анализа Стандарта III поколения, от 31 мая 2021 г. № 287 следует потребность в формировании профессиональной самооценки в процессе обучения, а также личностных качеств, необходимых для овладения опытом самооценивания у студентов медицинского колледжа. В данном стандарте к специальностям 34.02.01 «Сестринское дело», 31.02.02 «Акушерское дело» к уровню знаний и умений выпускников предъявляются требования установленного образца. Мы выделили те из них, которые относятся к навыкам самооценивания [5]:

ОК 1. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их выполнение и качество.

ОК 2. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать и осуществлять повышение квалификации.

ОК 10. Быть готовым брать на себя нравственные обязательства по отношению к природе, обществу и человеку.

Все перечисленные общие компетенции требуют развития профессиональной самооценки у студентов колледжа.

Заключение

Таким образом, цель нашего исследования достигнута. Результаты теоретического исследования показали, что в формировании профессиональной самооценки важнейшая роль принадлежит расширению и углублению знаний и практического опыта, так необходимого студенту колледжа в период профессионального становления в условиях образовательной среды колледжа. Делая вывод, можно констатировать, что учёт изложенных предпосылок обеспечивает успешность формирования образовательной самооценки у студентов медицинского колледжа.

Список литературы

1. Реан А.А. Психология личности. Социализация, поведение, общение. СПб.: Прайм – ЕВРОЗНАК, 2014. 416 с.
2. Прозорова М.Н. Педагогические условия формирования образовательной рефлексии студентов колледжа // Педагогика. Общество. Право. 2013. № 8 (4). С. 26–32.
3. Горобинский М.А., Ветвицкая С.М. Самооценка: особенности ее формирования и значение в жизни человека // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 6. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17850> (дата обращения: 06.01.2022).
4. Файзрахманов И.М., Файзрахманова А.Л. Готовность одаренных детей к профессиональному самоопределению // Актуальные задачи педагогики: материалы III Международной научной конференции (Чита, февраль 2013 г.). Чита: Молодой ученый, 2013. С. 125–127.
5. Российский образовательный портал URL: <http://standart.edu.ru/> (дата обращения: 18.01.2022).

УДК 373.3

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Разливинских И.Н., Стерхова Н.С., Милованова Л.А., Королева Л.А.*ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», Шадринск,
e-mail: Razlivinskikh@yandex.ru, uliana@shadrinsk.net, milovanova-45@mail.ru, koroleva.leda@inbox.ru*

В статье актуализируется проблема устранения трудностей в обучении в начальной школе («никак не могу вспомнить», «уже забыл», «не могу выучить» (проблема с памятью); «нечаянно пропустил», «не заметил» (проблема с вниманием); «не понял» (проблема с мышлением, скоростью обработки информации); «не могу представить» (проблема с воображением) и т.д.). Авторами предлагается использование потенциала упражнений нейропсихологического характера для нивелирования и профилактики данных трудностей, а также выявляется связь применения упражнений данного вида с успешным формированием универсальных учебных действий младшего школьника. Результатом систематизации материалов накопленного психолого-педагогического фонда стала разработка банка методической поддержки педагогов, содержащего комплекс нейропсихологических упражнений, ориентированных на преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также на устранение трудностей в обучении в начальной школе. Авторами показано, что применение педагогами упражнений данного типа становится возможным в образовательном процессе начальной школы в ходе реализации различных предметных областей ФГОС НОО во время урочной и внеурочной деятельности. Разработка структуры и содержательного наполнения компонентов (блоков) предлагаемого банка методической поддержки педагогов нацелена на двойной результат: 1) результат психологического характера – предупреждение и преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также устранение трудностей, с которыми дети сталкиваются в процессе обучения; 2) результат образовательного характера – более успешное формирование универсальных учебных действий учащихся первой образовательной ступени.

Ключевые слова: младший школьник, трудности в обучении, нейропсихологические упражнения, учитель начальных классов, банк методической поддержки педагогов

ACTUALIZATION OF THE POTENTIAL OF NEUROPSYCHOLOGICAL EXERCISES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF PRIMARY SCHOOL

Razlivinskikh I.N., Sterkhova N.S., Milovanova L.A., Koroleva L.A.*Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk,
e-mail: Razlivinskikh@yandex.ru, uliana@shadrinsk.net, milovanova-45@mail.ru, koroleva.leda@inbox.ru*

The article actualizes the problem of getting rid of learning difficulties in elementary school (“I can’t remember”, “I’ve already forgotten”, “I can learn” (memory problem); “accidentally lost”, “I didn’t notice” (annotation problem); “I didn’t understand” (problems with thinking, information processing speed); “I can’t imagine” (problems with imagination), etc.). The authors propose to use the possibilities of neuropsychiatric exercises to level and prevent these difficulties, and also show the connection between the use of exercises of this type in the successful formation of universal educational actions of a younger student. The result of the systematization of the materials of the accumulated psychological and pedagogical fund is the development of a bank of methodological support for teachers, including a set of neuropsychiatric exercises aimed at overcoming deviations and disorders in the development of mental functions in children, as well as the elimination of learning difficulties in elementary school. The authors show that the use of exercises of this type by teachers becomes possible in the educational process of primary classes when implementing various subject areas of the Federal State Educational Standard during regular and extracurricular activities. The development of the structure and content of the components (blocks) of the proposed methodological support bank for teachers is aimed at double by: 1) due to the nature of psychological prevention and overcoming of deviations and disorders in the development of mental functions in children, as well as the elimination of difficulties faced by children in the learning process; 2) due to the educational nature of a more successful formation of universal educational actions of students of the first educational stage.

Keywords: primary school student, learning difficulties, neuropsychological exercises, primary school teacher, teachers’ methodological support bank

В условиях современности, для которой характерна интенсивная информатизация всех сфер образования, стремительно растет количество школьников, испытывающих трудности в обучении. Если раньше причинами неуспеваемости, как правило, являлись недостатки воспитания и неблагоприятная социальная среда, то сейчас мно-

гие дети из вполне благополучных семей не отличаются хорошей успеваемостью.

В то же время отдельные дети начинают активно говорить в год, а в четыре уже осваивают навык чтения, а некоторые, учась в школе, не умеют читать по слогам, путают или вообще с трудом узнают буквы. Такие проблемы возникают как у детей с опреде-

ленным диагнозом, так и у абсолютно здоровых ребят. Приходя в школу, большинство детей хотят учиться и имеют желание стать хорошими учениками. Однако, как только они сталкиваются с большими объемами информации и непомерным количеством домашних заданий, их желание пропадает. Наиболее частой причиной подобного явления может являться недостаточная сформированность некоторых отделов головного мозга. Ребёнок может быть абсолютно здоровым физически и умственно, но его мозг, который ещё развивается, не справляется со школьной нагрузкой.

Многолетний опыт ученых и результаты различных исследований свидетельствуют о том, что для работы с детьми в этом возрасте характерна продуктивность, так как мозг ребёнка находится в стадии интенсивного формирования. Развитие каждой психической функции имеет свою программу, причем разные функции развиваются в разное время, гетерохронно [1, с. 292], что вызывает необходимость психолого-педагогической помощи, заключающейся в применении коррекционно-развивающих методов как для детей, не успевающих в школе из-за отставания в развитии отдельных психических функций, так и для детей, склонных к эмоциональному выгоранию, справляющихся со школьной программой в ущерб своему здоровью. Признаками необходимости подобной помощи являются высказывания детей типа: 1) «никак не могу вспомнить», «уже забыл», «не могу выучить» (*проблема с памятью*); 2) «нечаянно пропустил», «не заметил» (*проблема с вниманием*); 3) «не понял» (*проблема с мышлением, скоростью обработки информации*); 4) «не могу представить» (*проблема с воображением*) и т.д.

Для нивелирования и профилактики указанных проблем в образовательном процессе начальной школы важно использовать упражнения нейропсихологического характера. Чтобы работа носила комплексный характер и одновременно была направлена на развитие различных психических процессов ребенка, необходима разработка банка методической поддержки педагогов, содержащего комплекс нейропсихологических упражнений, ориентированных на преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также на устранение трудностей в обучении в начальной школе.

Материалы и методы исследования

Нейропсихологические упражнения стали предметом изучения таких ученых, как Н.Т. Колесник, Е.А. Орлова [2], Н.К. Кор-

сакова, Ю.В. Микадзе, Е.Ю. Балашова [3], Ю.В. Микадзе [4] и др. Рассматривая определение понятия «нейропсихологические упражнения», ученые трактуют его в большинстве случаев как *совокупность методов, ориентированных на преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также на устранение трудностей в обучении* [2; 3].

Функции данных методов разнообразны: 1) *развитие* концентрации внимания, координации, умения чувствовать своё тело; памяти, мелкой и общей моторики, умения ориентироваться в пространстве; 2) *активизация* мыслительных процессов и речи; 3) *работа* над гармоничным взаимодействием полушарий; эмоциональной устойчивостью, повышением внимания и т.д. [4, с. 28].

Говоря о классификации рассматриваемых методов, следует отметить: результаты исследований ученых демонстрируют выделение двух больших групп: 1) упражнения нейропсихологической коррекции, связанные с двигательной активностью; 2) упражнения нейропсихологической коррекции, связанные с когнитивной активностью [3]. Для каждой из данных групп характерен соответствующий набор упражнений.

Следующим шагом исследования является рассмотрение ключевых понятий исследования.

Опираясь на определение понятия «банк методической поддержки», сформулированное И.Н. Разливинских [5, с. 6], в качестве такового мы предлагаем рассматривать упорядоченную совокупность данных, позволяющих организовать определенным образом различные виды образовательной деятельности с целью повышения её эффективности. Предлагаемый нами *банк методической поддержки педагогов представляет упорядоченную совокупность данных, содержащую сконструированное определенным образом сочетание нейропсихологических упражнений, ориентированных на одновременное развитие, преодоление отклонений и нарушений в протекании психических процессов у младших школьников, а также на устранение трудностей в процессе обучения в начальной школе*.

Структура Банка выстроена нами с учетом бинарной направленности предлагаемых для использования двух групп упражнений [3] и включает два блока: 1 блок – нейропсихологические упражнения, связанные с двигательной активностью; 2 блок – нейропсихологические упражнения, связанные с когнитивной активностью.

Содержание разрабатываемого Банка выстраивается с учетом ориентации на 1) положение о том, что различные психиче-

ские процессы детей имеют свою программу и развиваются гетерохронно [1, с. 293]; 2) преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также на устранение трудностей в обучении в начальной школе (снижение учебной мотивации, школьная дезадаптация, неспособность усвоения школьного материала и т.д.); 3) дополнительное использование к актуальным учебно-методическим комплектам; 4) развитие образовательных результатов, осуществляемое педагогом в начальной школе в рамках определённой предметной области согласно ФГОС НОО [6].

Реализация выделенных блоков нейропсихологических упражнений учителями начальной школы осуществляется во взаимосвязи и взаимообусловленности и в итоге имеет двойной результат: 1) психологического характера – способствует

преодолению отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также устранению трудностей, с которыми дети сталкиваются в процессе обучения; 2) образовательного характера – обеспечивает более успешное формирование универсальных учебных действий младшего школьника (личностных, предметных, метапредметных УУД (познавательных, коммуникативных, регулятивных)).

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный нами банк методической поддержки педагогов, содержащий комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ), графически представлен в табл. 1.

Из табл. 1 хорошо видна структура банка методической поддержки педагогов, содержащего комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ).

Таблица 1

Банк методической поддержки педагогов, содержащий комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ)

БЛОК I. НПУ, связанные с двигательной активностью	М1. Формирование правильного дыхания Упражнения: «Часики», «Насос», «Регулировщик», «Ладони», «Водолаз»	Образовательные результаты Личностные УУД (например, мотивация к познанию и обучению). Метапредметные УУД (например, универсальные коммуникативные действия – общение, совместная деятельность презентация; универсальные регулятивные действия – самоконтроль)
	М2. Повышение жизненного тонуса Упражнения: «Ушки», «Мытье головы», «Домики»	
	М3. Снятие мышечных зажимов Упражнения: «Штангист», «Подсолнушек», «Не хочу кашу», «Крепкая опора», «Замок»	
	М4. Развитие сенсомоторных процессов Гладовидательные упражнения: «Пальминг», «Вращаем глазками», «Слежение», «Восьмёрки», «Расстояние». Упражнения на сочетание движений правой и левой половины тела: «Цыганочка», «Рисование обеими руками», «Часы», «Обезьянка», «Птенчики»	
	М5. Развитие кинетических процессов Упражнения: «Прыгуны», «Катись мяч»	
БЛОК II. НПУ, связанные с когнитивной активностью	М6. НПУ на развитие внимания Упражнения: «Корректор», «Найди цифру», «Копировальщики», «Шифровки», «Запрещенная буква», «Выполни по образцу»	Образовательные результаты Личностные УУД (например, готовность обучающихся к саморазвитию; мотивация к познанию и обучению). Метапредметные УУД (например, универсальные познавательные УД – базовые логические действия, работа с информацией). Предметные УУД – действия по получению, преобразованию и применению нового знания
	М7. НПУ на развитие памяти Упражнения: «Восстанови порядок», «Вспомни пару», «Всё помню», «Цифровая таблица»	
	М8. НПУ на развитие мышления Упражнения: «Вставь недостающее слово», «Проведи аналогию», «Говори наоборот», «На что это похоже», «Догадайся сам»	
	М9. НПУ на развитие речи Упражнения: «Лопатка», «Иголочка», «Качели», «Улыбка», «Заборчик», «Трубочка», «Хоботок», «Бублик», «Играем со словом»	

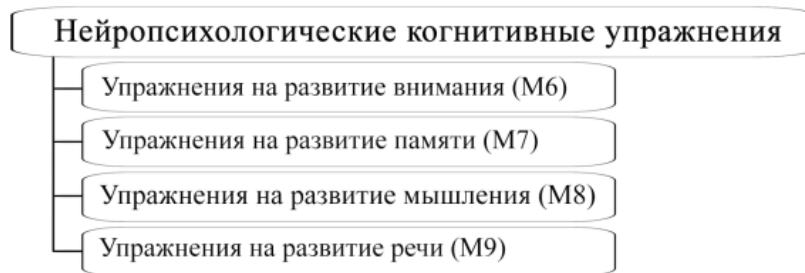


Рис. 1. Нейропсихологические двигательные упражнения

Далее представим характеристику и методику применения нейропсихологических упражнений, входящих в каждый из выделенных блоков, в образовательном процессе начальной школы. Итак, *первый блок – комплекс нейропсихологических упражнений, связанных с двигательной активностью* – включает пять модулей: М1 – дыхательная гимнастика – ориентирован на формирование правильного дыхания; М2 – самомассаж – нацелен на повышение жизненного тонуса; М3 – предназначен для снятия мышечных зажимов; М4 – обеспечивает развитие сенсомоторных процессов; М5 – повышает уровень развития кинетических процессов (рис. 1).

Включение данного блока в банк методической поддержки педагогов, содержащий комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ), вызвано тем, что движение – неотъемлемое условие успешного психофизического и психофизиологического развития ребёнка. Именно от уровня развития двигательных функций зависит большинство составляющих жизни ребенка [7, с. 15]. Для демонстрации зависимости различных составляющих жизни ребенка от уровня развития двигательных функций приведем следующие примеры: правильно развивающееся зрительное восприятие зависит от качества движения глаз и головы; уровень развитости мышц речевого аппарата предопределяет правильное звукопроизношение и внятность речи; от сформированности движений различных частей тела, например руки, зависит любая ручная работа, письмо и многое другое.

Несвоевременное обращение взрослых внимания на двигательные нарушения у ребенка впоследствии приводит к следующим трудностям в обучении: снижение продуктивности учебного труда (увеличение количества ошибок); ослабление внутреннего торможения (рассеянность внимания); ухудшение регуляции физиологических функций (нарушение координации дви-

жений). Кроме того, педагогу начальных классов следует обязательно помнить, что грамотный подход к обучению детей упражнениям двигательной коррекции обеспечит им в дальнейшем развитие отдельных психических функций, успешное освоение ФГОС НОО и сохранение своего здоровья.

Комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ), применяемых для двигательной коррекции, способствует стимуляции развития как уже сформированных двигательных функций, так и функций, не имевших возможности ранее сформироваться правильно.

Паспорт данных нейропсихологических упражнений мы предлагаем в табл. 2, где нами представлена краткая характеристика сути и последовательность проведения нейропсихологических упражнений (НПУ) первого блока банка методической поддержки педагогов начальной школы в образовательном процессе начальной школы. В ходе изложения материалов данной таблицы мы акцентировали внимание на том, что применение рассмотренных упражнений будет целесообразным и оправданным как на уроках, так и во внеурочной деятельности с младшими школьниками.

Вторым блоком предлагаемого нами банка методической поддержки педагогов является комплекс нейропсихологических упражнений, связанных с когнитивной активностью. Данный блок включает четыре модуля: М6 – ориентирован на развитие внимания; М7 – нацелен на повышение уровня развития памяти; М8 – предназначен для активизации мыслительных процессов и развития мышления в целом; М9 – обеспечивает развитие речи (рис. 2).

Включение данного блока в банк методической поддержки педагогов, содержащий комплекс нейропсихологических упражнений (НПУ), вызвано тем, что когнитивная (познавательная) коррекция всех высших функций головного мозга (па-

мяти, мышления, внимания, речи и т.д.) в младшем школьном возрасте необходима для развития логических способностей и познавательных структур личности. В связи с этим в комплекс НПУ, связанный с когнитивной активностью, мы включили упражнения на развитие внимания (М6), памяти (М7), мышления (М8), речи (М9). *Комплекс НПУ, используемых для когнитивной коррекции, обеспечивает стимуляцию развития как достаточно сформированных*

когнитивных функций, так и познавательных функций, сформированных достаточно слабо.

Составленный нами Паспорт данных нейропсихологических упражнений представлен в табл. 3, где отражены суть и методика проведения нейропсихологических упражнений второго блока банка методической поддержки педагогов начальной школы в образовательном процессе начальной школы.

Таблица 2

Паспорт нейропсихологических упражнений (НПУ) первого блока
банка методической поддержки педагогов начальной школы

Краткая характеристика НПУ	Методика проведения НПУ
Дыхательная гимнастика – совокупность дыхательных упражнений, которые способствуют формированию правильного дыхания. Правильное дыхание улучшает самочувствие, общее состояние, успокаивает и повышает концентрацию внимания. Такие упражнения стимулируют сердечно-сосудистую и нервную системы, активизируют работу мозга, способствуют саморегуляции поведения и т.д.	Для дыхательной гимнастики на уроках и во внеурочной деятельности можно использовать следующие нейропсихологические упражнения: «Часики»: Необходимо встать прямо, ноги врозь. Произносить «тик-так» на выдохе, размахивая прямыми руками вперед и назад. Можно повторить 10–12 раз. «Насос»: Исходное положение – встать прямо, ноги вместе, руки опустить вдоль туловища. Произвести вдох с наклоном туловища в сторону. Выдох, руки скользят по туловищу, при этом громко произносить звук «с-с-с-с». Выпрямление – вдох, наклон в другую сторону. Можно повторить 6–8 раз. «Регулировщик»: Исходное положение – встать, ноги на ширине плеч, правая рука поднята вверх, левая отведена в сторону. Произвести вдох, затем поменять положение рук, при этом выполнять выдох с произношением звука «р-р-р». Можно повторить 4–5 раз. Дыхательные упражнения можно выполнять дома
Самомассаж – один из видов НПУ, в котором человек воздействует на различные участки тела самостоятельно, повышая тем самым жизненный тонус. Благодаря самомассажу происходит восстановление уставших мышц, суставы приобретают большую подвижность и эластичность	Обучение ребёнка самомассажу проходит в несколько этапов: 1) сначала взрослый производит массаж тела сам; 2) взрослый использует руки ребенка, управляя ими с помощью своих рук; 3) ребенок выполняет самомассаж самостоятельно. Можно задать ребенку вопросы, попросить описать свои ощущения до и после массажа: «Что изменилось? Где? На что похожи ощущения?». Например, массируемые (или иные) части тела стали более теплыми, горячими, легкими или покрылись мурашками, тяжелыми и т.п. Самомассаж применяется на уроках и во внеурочной деятельности. С этой целью используются упражнения на разные участки тела: «Ушки», «Мытье головы», «Домик» и т.д.
Упражнения на снятие мышечных зажимов – вид НПУ, в котором человек последовательно напрягает и расслабляет различные группы мышц	Популярными НПУ для снятия мышечных зажимов являются упражнения: «Штангист»: Необходимо встать прямо и вытянуть руки перед собой. Затем сжать пальцы в кулаки и как можно сильнее напрячь мышцы рук. Продолжительность выполнения 3–4 секунды, затем нужно расслабить мышцы. Руки свободно опустить вниз. Это упражнение позволит снять мышечное напряжение рук. «Замок»: Детям нужно отвести руки за спину, сцепить их и с силой свести лопатки. Через 3–4 секунды вернуть руки в исходное положение и расслабиться. Упражнение позволяет расслабить мышцы спины и плечевой пояс. «Не хочу кашу»: Дети представляют себя капризным ребенком, который не хочет кушать кашу. Нужно сжать челюсти и губы. Затем, через 3–4 секунды, расслабить мышцы. Можно повторить упражнение несколько раз [7, с. 15]

Окончание табл. 2

Краткая характеристика НПУ	Методика проведения НПУ
Упражнения, направленные на развитие сенсомоторных процессов – вид НПУ, ориентированный на взаимодействие сенсорных и моторных компонентов двигательных действий. К ним относятся глазодвигательные упражнения и упражнения на сочетание движений правой и левой половины тела	Глазодвигательные упражнения – это упражнения, помогающие расширить объем зрительного восприятия и сформировать пространственные представления детей: «Пальминг»: Детям необходимо сесть прямо и расслабиться, поставить локти на парту, закрыть глаза и положить ладони на глазные яблоки, после чего немного опустить локти. Важно, чтобы позвоночник и шея находились на одной линии. Дыхание должно быть спокойным. Далее следует легко надавливать на глаза в следующем темпе: одна секунда – одно движение. «Слежение»: Взрослому нужно взять какой-нибудь яркий предмет, медленно передвигать его. Задача ребенка следить за предметом глазами, не поворачивая головы. «Восьмёрки»: Взрослый в воздухе ярким предметом изображает знак 8 сначала в вертикальном, затем в горизонтальном положении. Дети следят за этим. Важно, чтобы центр восьмёрки находился над переносицей [8]. Упражнение на сочетание движений правой и левой половины тела – НПУ, способствующие правильной координации тела при взаимодействии левой и правой стороны: «Цыганочка»: Исходное положение – ноги на ширине плеч, руки опущены. Сначала детям нужно дотронуться правой рукой до поднятого левого колена, вернуться в исходное положение и дотронуться левой рукой до правой пятки (нога согнута в колене и отведена назад). Вернуться в исходное положение и повторить действие для левой руки и поднятого правого колена, правой руки и левой пятки. «Часы»: Детям необходимо двигать языком к уголкам рта направо и налево, одновременно перемещать руки сначала в ту же сторону, куда и язык, а затем в противоположную [9, с. 68]
Упражнения, направленные на кинетические процессы – динамические упражнения на все группы мышц тела. Их цель – выработка общей ритмической базы, от которой зависит режим функционирования регуляторных систем мозга	Данные упражнения целесообразно применять на уроках, во внеурочной деятельности или дома, разнообразя ими монотонную работу детей, работу с пониженной двигательной активностью. «Прыгуны»: Дети прыгают с продвижением вперед, чередуя прыжки ноги врозь, ноги скрестно (то левая, то правая нога впереди), при этом повторяя такие же движения руками. «Катись мяч»: Взрослый и ребенок садятся на пол, в 2–3 м друг от друга. Катают мяч сначала обеими руками, затем убирают левую, выполняют движение только правой, и наоборот.



Рис. 2. Нейропсихологические когнитивные упражнения

Из табл. 3 видно, что данный блок не только способствует развитию основных познавательных функций детей, но и обеспечивает их обучение планированию и контролю собственных действий. В таблице

мы также акцентируем внимание на том, что применение рассмотренных упражнений будет целесообразным и оправданным как на уроках, так и во внеурочной деятельности с младшими школьниками.

Таблица 3

Паспорт нейропсихологических упражнений (НПУ) второго блока
банка методической поддержки педагогов начальной школы

Краткая характеристика НПУ	Методика проведения НПУ
Упражнения на развитие внимания характеризуются сосредоточенностью деятельности субъекта на каком-либо предмете, образе, явлении и т.д. с целью увеличения объема, концентрации, устойчивости внимания	Для развития внимания на уроках и во внеурочной деятельности можно использовать следующие упражнения: « <i>Корректор</i> »: Детям даётся бланк с различными фигурами. Задача детей по образцу, представленному в первой строке, заполнить пустые фигурки. « <i>Найди цифру</i> »: Детям выдаются бланки с напечатанными цифрами. Их задача отметить для себя любые две цифры, одну зачеркнуть, а другую обвести в круг. Но заранее необходимо предупредить, что вычеркивать и обводить цифры нужно, просматривая каждую строчку слева направо [10, с. 74].
Упражнения на развитие памяти – упражнения, ориентированные на развитие и укрепление мнемических процессов запоминания, хранения и воспроизведения информации	Для развития памяти на уроках и во внеурочной деятельности можно использовать следующие упражнения: « <i>Восстанови порядок</i> »: Необходимо заранее подготовить 5–10 предметов и разложить их в случайном порядке. Задача учащегося – внимательно посмотреть и за 15–20 с запомнить их расположение. После чего школьник отворачивается, а учитель меняет местами некоторые предметы. Ребенок должен восстановить первичный порядок. « <i>Вспомни пару</i> »: Учащимся демонстрируется таблица, в которой в первом столбце представлены картинки, а во втором – их схематические изображения. Ребенку необходимо запомнить, какой схематический рисунок соответствует каждой картинке. На запоминание дается 1 мин. После этого ему предлагается бланк, который нужно заполнить, нарисовав напротив каждого изображения схематический рисунок [11].
Упражнения на развитие мышления ориентированы на развитие и укрепление мыслительных процессов: анализа, синтеза, сравнения, обобщения, классификации и др.	Мышление – это отражение объективной действительности в объектах, понятиях и суждениях. Важно развивать мышление на уроках и во внеурочной деятельности, так как младший школьный возраст является интенсивным периодом развития мозга ребенка [12, с. 127]. Для развития мышления можно использовать следующие упражнения: « <i>Вставь недостающее слово</i> »: Ребенку необходимо вставить слово из трех букв так, чтобы оно было окончанием первого слова и началом второго слова. Например, кипа(рис)унок (получилось 3 слова: кипарис, рис, рисунок). « <i>Проведи аналогию</i> »: Детям дается ряд, в котором находятся три слова, первые два связаны друг с другом. Между третьим словом и одним из предложенных нужно проследить такую же связь, т.е. найти четвертое слово. Нужно подумать, как они связаны. Например, воробей – птица = щука – [13, с. 108].
Упражнения на развитие речи ориентированы на развитие и укрепление речи и артикуляционного аппарата	Перед тем как выполнять упражнения на развитие речи на уроках и во внеурочной деятельности, необходимо провести артикуляционную гимнастику. Целью артикуляционной гимнастики является выработка движений и положений артикуляционных органов, необходимых для правильного и четкого звукопроизношения: « <i>Лопатка</i> »: Ребенку необходимо высунуть язык, расслабить его и положить на нижнюю губу, так чтобы он принял широкую форму. Следить за тем, чтобы язык не дрожал. Сохранять такое положение 10–15 с. « <i>Бублик</i> »: Ребенку необходимо сомкнуть зубы, затем округлить губы и вытянуть их вперед, так, чтобы были видны верхние и нижние резцы [14]. После выполнения артикуляционной гимнастики, можно приступать к упражнениям на развитие речи. Например, для развития фонематического слуха, расширения словарного запаса можно использовать следующие упражнения: « <i>Слово и звук</i> »: Учащемуся нужно придумать слово, которое начинается (оканчивается) на такой же звук, как и в слове «каша», «флаг» и т.д. « <i>Слова</i> »: Учитель называет предмет, а учащиеся говорят, что он делает, т.е. называют действие предмета. Затем можно повторить ту же игру наоборот: «Кто летает? А кто плавает? Кто забивает гвозди?» и т.д. [15].

Заключение

Подводя итоги проведенной работы, остановимся на характеристике сделанных выводов.

Нейропсихологические упражнения (НПУ) – совокупность методов, ориентированных на преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также на устранение трудностей в обучении. Использование упражнений данного характера обеспечивает нивелирование и предупреждает снижение мотивации к учебе, школьную дезадаптацию, слабое усвоение школьного материала и т.д.

Для грамотного использования учителем начальных классов НПУ необходим комплексный подход и одновременная направленность на развитие различных психических процессов ребенка. С этой целью нами разработан банк методической поддержки педагогов, который в контексте данной работы представляет упорядоченную совокупность данных, содержащую сконструированное определенным образом сочетание нейропсихологических упражнений, ориентированных на одновременное развитие, преодоление отклонений и нарушений в протекании психических процессов у младших школьников, а также на устранение трудностей в процессе обучения в начальной школе.

Структура Банка включает два блока: 1 блок – нейропсихологические упражнения, связанные с двигательной активностью, – включает пять модулей (М1, М2, М3, М4, М5); 2 блок – нейропсихологические упражнения, связанные с когнитивной активностью, – включает четыре модуля (М6, М7, М8, М9). Каждый из блоков нацелен на двойной результат: 1) психологического характера – преодоление отклонений и нарушений в развитии психических функций у детей, а также устранение трудностей, с которыми дети сталкиваются в процессе обучения; 2) образовательного характера – более успешное формирование универсальных учебных действий младшего школьника.

Реализацию содержания каждого из выделенных блоков педагогам начальной школы следует осуществлять как на уроках, так и во внеурочной деятельности. Это позволяет, с одной стороны, решить общие задачи

развития слабых звеньев психического развития ребенка; с другой – устранить трудности, возникающие у детей в процессе обучения в начальной школе.

Список литературы

1. Остапенко Г.С. Структурно-динамическая специфика гетерохронного развития когнитивной сферы подростка // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2016. Т. 5. № 3 (16). С. 291–296.
2. Колесник Н.Т., Орлова Е.А. Нейро- и патопсихология. Патопсихологическая диагностика: учебник для академического бакалавриата / Под ред. Г.И. Ефремовой. М.: Юрайт, 2019. 240 с.
3. Корсакова Н.К., Микадзе Ю.В., Балашова Е.Ю. Неуспевающие дети: нейропсихологическая диагностика младших школьников: учебное пособие для вузов. 3-е изд., испр и доп. М.: Юрайт, 2022. 136 с.
4. Микадзе Ю.В. Нейропсихология детского возраста: учебное пособие. СПб.: Питер, 2013. 285 с.
5. Разливинских И.Н. Применение банка методической поддержки в процессе формирования математической компетентности у будущих учителей начальных классов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2012. Т. 6. № 3–3. С. 5–10.
6. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования».
7. Семенова О.А. Методика двигательной коррекции детей с трудностями в обучении. М.: Династия, 2008. 19 с.
8. Праведникова И.И. Нейропсихология. Игры и упражнения: практическое пособие. М.: Айрис-пресс, 2019. 109 с.
9. Семенович А.В. Комплексная нейропсихологическая коррекция и реабилитация отклоняющегося развития / Под ред. А.В. Семеновича. М.: Изд-во МГПУ, 2001. 98 с.
10. Зак А.З. Совершенствование познавательных умений у детей 5–12 лет. М.: Московский психолого-социальный институт: Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 1999. 187 с.
11. Зейграник Б.В. Патопсихология: учебник для академического бакалавриата. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство «Юрайт», 2017. 367 с.
12. Глозман Ж.М. Нейропсихология детского возраста: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство «Юрайт», 2020. 249 с.
13. Королева Л.А., Разливинских И.Н. Использование нейропсихологических упражнений при нарушении письменной речи у младших школьников // Детство, открытое миру: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; отв. ред. Е.В. Намсинк. (Омск, 23 марта 2021 г.). Омск: Издательство ОмГПУ, 2021. С. 106–109.
14. Бабкина Н.В. Программа занятий по развитию познавательной деятельности младших школьников: книга для учителя. 2-е изд., доп. М.: АРКТИ, 2002. 78 с.
15. Воронина Л.П., Червякова Н.А. Карточки артикуляционной и дыхательной гимнастики, массажа и самомассажа. М.: Детство-Пресс, 2015. 79 с.

УДК 796

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ
В 9–10 ЛЕТ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ В ТХЭКВОНДО**¹Стефановский В.В., ¹Шамшуалеева Е.Ф., ²Спатаева М.Х.,³Салугин Ф.В., ¹Харченко Л.В., ¹Куандыкова Ж.Т.¹ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского», Омск,

e-mail: Vasiliistef@yandex.ru, shamshualeeva@mail.ru,

Kharchenkov@omsu.ru, KuandykovaZHT@omsu.ru;

²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск,

e-mail: spataeva@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Омск, e-mail: saluginfil@mail.ru

В условиях учебно-тренировочного процесса школьников 9–10 лет необходимо применение средств профилактики нарушений осанки. Специфический период в развитии детей указанного возраста диктует обязательность применения диагностических методов и контроля средств спорта. Первое призывает к отслеживанию функционального состояния организма детей, а второе – к рациональному сопровождению детей в ходе учебно-тренировочного процесса. В связи с этим весьма значительным является исследование актуального физического состояния школьников, а также диагностическое сопровождение юных спортсменов в ходе тренировочного процесса. Это и обуславливает цель настоящего исследования: изучение физического состояния организма юных тхэквондистов 9–10 лет. В статье представлены результаты исследования физического состояния школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо. В ряду исследованных критериев представлены: анализ принадлежности школьников к медицинской группе, функционального состояния организма и оценка физической подготовленности. Первое позволило изучить состояние здоровья детей и определить группу для занятий спортом. Оценка функционального состояния организма позволила установить подвижность позвоночника, его состояние, двигательные возможности. Оценка физической подготовленности позволила изучить уровень развития основных физических качеств, базовых для занятий тхэквондо. В ходе исследования определена принадлежность детей к подготовительной группе здоровья в силу установленных функциональных нарушений осанки. Исследование свидетельствует о нарушении основных показателей нормального формирования осанки, повышенный тонус отдельных мышечных групп, сниженные показатели физической подготовленности.

Ключевые слова: опорно-двигательная система, мышечная система, тхэквондо, школьники, функциональное состояние, нарушение осанки

**RESEARCH OF THE PHYSICAL CONDITION OF SCHOOLCHILDREN
9–10 YEARS AT THE INITIAL STAGE OF TAEKWONDO TRAINING**¹Stefanovskiy V.V., ¹Shamshualeeva E.F., ²Spataeva M.Kh.,³Salugin F.V., ¹Kharchenko L.V., ¹Kuandykova Zh.T.¹F.M. Dostoevsky Omsk State University, Omsk, e-mail: Vasiliistef@yandex.ru, shamshualeeva@mail.ru,

Kharchenkov@omsu.ru, KuandykovaZHT@omsu.ru;

²Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, e-mail: spataeva@mail.ru;³Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: saluginfil@mail.ru

In the conditions of the educational and training process of schoolchildren aged 9–10, it is necessary to use means of preventing posture disorders. A specific period in the development of children of this age dictates the obligatory use of diagnostic methods and control of sports equipment. The first calls for monitoring the functional state of the children's body, and the second – for the rational support of children during the educational and training process. In this regard, the study of the current physical condition of schoolchildren, as well as the diagnostic support of young athletes during the training process, is very significant. This determines the purpose of this study: the study of the physical condition of the body of young taekwondo 9–10 years old. The article presents the results of a study of the physical condition of 9–10 year old schoolchildren involved in taekwondo. Among the studied criteria are: analysis of schoolchildren's belonging to a medical group, the functional state of the body and the assessment of physical fitness. The first made it possible to study the state of health of children and determine a group for sports. Assessment of the functional state of the organism allowed to establish the mobility of the spine, its condition, motor capabilities. Assessment of physical fitness allowed to study the level of development of basic physical qualities, basic for taekwondo classes. In the course of the study, the belonging of children to the preparatory health group was determined, due to the established functional posture disorders. The study indicates a violation of the main indicators of the normal formation of posture, an increased tone of individual muscle groups, and reduced indicators of physical fitness.

Keywords: musculoskeletal system, muscular system, taekwondo, schoolchildren, functional state, posture disorder

При составлении программы подготовки тхэквондистов учитывается множество аспектов, связанных непосредственно

с сопровождением спортсменов во время тренировочного процесса. Эти аспекты отражают различные стороны спортивной де-

тельности и включают следующие направления работы:

- физическая подготовка;
- техническая и тактическая подготовка;
- психологическая подготовка;
- решение актуальных вопросов гармоничного физического развития и профилактики нарушений здоровья.

Все эти направления находят свое отражение и в ходе реализации тренировочного процесса. Кроме этого наблюдается отчетливое базовое соответствие программы подготовки с федеральными стандартами подготовки спортсменов в избранном виде спорта.

В зависимости от этапа подготовки спортсмена указанные аспекты в процентном соотношении представлены в разных пропорциях. Это связано с периодом физического развития спортсменов, технической подготовленности и т.д.

В нашем исследовании рассматривался этап начальной подготовки тхэквондистов. Этот этап при работе с юными тхэквондистами базируется на решении следующих задач подготовки:

- формирование устойчивого интереса к занятиям спортом;
- формирование широкого круга двигательных умений и навыков;
- освоение основ техники по виду спорта;
- всестороннее гармоничное развитие физических качеств;
- укрепление здоровья.

Каждая из представленных задач охватывает определенную область деятельности и включает соответственно свои частные задачи. Так, формирование устойчивого интереса к занятиям предполагает сознательное отношение детей к занятиям, их заинтересованность в результатах работы. Формирование широкого круга умений и навыков предполагает освоение определенных базовых и специфических двигательных умений в избранном виде спорта, в том числе доведение освоенных умений до автоматизированного двигательного навыка. Это составляет и основу освоения техники по избранному виду спорта. Практически все указанные задачи преследуют цель всестороннего гармоничного физического развития, профилактики функциональных нарушений в ходе реализации двигательной деятельности. Особенно важной является профилактика функциональных нарушений организма в ходе освоения технических элементов в избранном виде спорта.

Необходимо заблаговременно проводить диагностику функционального состояния организма. Наряду с освоением техники упражнений включать оперативную

функциональную диагностику, которая будет предупреждать появление функциональных нарушений. Набор детей в секцию тхэквондо должен проводиться с учетом того, что дети практически здоровы, это облегчает сопровождение ребенка в ходе организации и проведения тренировочного процесса.

Каждая из задач подготовки предполагает их реализацию с абсолютно здоровым контингентом юных спортсменов. В то же время реалии указывают на то, что абсолютно здоровых детей нет. Это заставляет рассматривать процесс подготовки юных атлетов с составляющих его физической кондиции, в ряду которых мы рассматриваем и физическое состояние.

Под воздействием физической нагрузки в организме происходят соответствующие морфологические, биохимические и физиологические процессы, способствующие улучшению показателей двигательных координативных качеств, являющихся базовыми для формирования хорошего физического состояния организма [1–3]. Все направления работы с юными спортсменами способствуют формированию здорового организма с хорошими показателями физического развития и физической подготовленности. Это и сформирует в последующем хороший резерв здоровья детей.

К сожалению, неправильно построенная структура физической подготовки юных тхэквондистов в силу разных причин приводит к нарушениям функционального состояния организма [4, 5]. Это не связано исключительно с организацией и реализацией подготовки тхэквондистов, естественно, базовыми предпосылками является нарушение физического развития или функционального состояния организма. Но неправильно построенная структура подготовки стабилизирует те функциональные нарушения организма детей, которые сформированы до начала систематических занятий.

В частности, специфическая работа в тхэквондо сказывается на формировании осанки юных спортсменов и при наличии незначительных функциональных изменений способствует ее дальнейшему нарушению. Прежде всего, это может быть вызвано нерациональной методикой подготовки, в том числе большими физическими нагрузками, пренебрежением факторами возрастного развития и т.д.

Для того чтобы во время тренировочного процесса юных атлетов организовать работу, направленную на устранение функциональных нарушений, необходимо провести полноценную диагностику. В связи с этим

актуальным явилось исследование функционального состояния организма школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо.

Цель исследования – изучение физического состояния школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо.

Материалы и методы исследования

Исследование физического состояния организма школьников включало следующие направления работы: изучение принадлежности к группе здоровья; оценка функционального состояния и физической подготовленности. При этом первый критерий устанавливается в ходе медицинской диагностики на момент отбора детей в секцию по тхэквондо, отслеживается в ходе многолетнего сопровождения ребенка в тренировочном процессе, пока он занимается спортом.

Изучение медицинских карт школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо, показало принадлежность испытуемых к 1 группе здоровья – практически здоровые дети, не имеющие отклонений в состоянии здоровья. Все испытуемые на момент исследования относились к основной медицинской группе.

Исследование функционального состояния организма школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо, включало физиологические и педагогические методы оценки. Для диагностики функционального состояния костно-мышечной системы применялась антропометрия и проводились функциональные пробы. С помощью антропометрии оценивали симметричность осанки, с помощью функциональных проб – подвижность позвоночника (наклон туловища вправо и влево, тест Шобера).

Для оценки физической подготовленности проводилось тестирование основных физических качеств: «Бег 30 м» (оценка

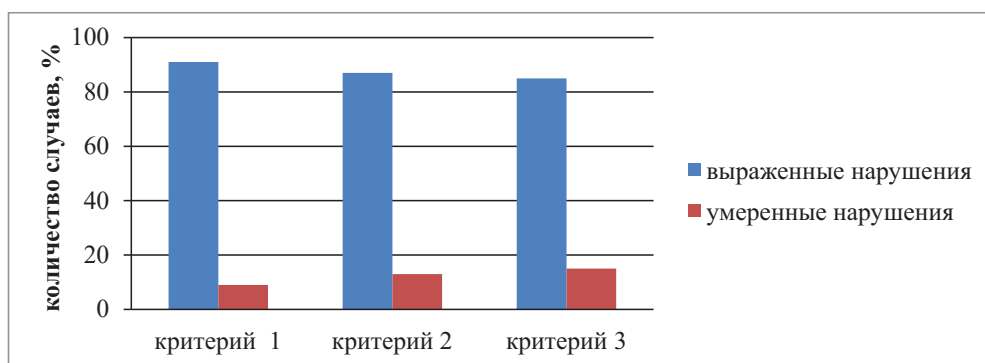
скоростных качеств), «Подъем туловища из положения лежа» (оценка силовой выносливости), «Прыжок в длину с места» (оценка скоростно-силовых качеств), «Наклон вперед» (оценка гибкости). В исследовании приняли участие 30 школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо в МОУ «Гимназия № 9».

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования функционального состояния позвоночника оценивались следующие антропометрические критерии: анализ расстояния от седьмого шейного позвонка до углов лопаток справа и слева; расстояние от углов лопаток по горизонтали до средней линии позвоночника; расстояние от яремной вырезки до передне-верхней ости подвздошной кости справа и слева (рисунок).

Анализ результатов исследования показал преобладание выраженных отклонений осанки от нормативных показателей, при низких показателях умеренных отклонений. Необходимо отметить, что из числа всех обследованных не установлено ни одного школьника с показателями нормы. При этом все нарушения осанки носили функциональный характер.

Установленные нарушения осанки, на наш взгляд, связаны и с возрастом школьников, в указанные сроки развития отмечается нестабильность опорно-двигательного аппарата, и с опережающим развитием костной системы над мышечной системой, что вызывает значительные изменения в формировании правильной осанки. Немаловажным фактором является освоение техники движений в тхэквондо, где имеющиеся незначительные нарушения могут закрепляться формированием особенностей рабочей позы юного спортсмена.



Результаты исследования осанки у школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо

Вследствие слабости мышечной системы или недостаточного ее развития позиционное положение спортсмена может привести к тому, что одни мышцы вследствие длительного статичного состояния физиологически изменяются (структура, длина). Это можно наблюдать при усвоении школьниками технических компонентов в тхэквондо, предполагающих специфическую позицию спортсмена или боевую стойку в положении фиксации туловища вполоборота, а также выполнение технических элементов в динамике, в той же позиции.

Учитывая возраст детей и недостаточную крепость мышечного корсета, низкую работоспособность мышц, отмечаются сначала незначительные функциональные отклонения, а затем стойкие нарушения функций мышечно-связочного аппарата с последующим патологическим формированием неправильной осанки. Постепенно к процессу локального нарушения функционального состояния мышц подключаются и другие мышечные группы. В результате систематического «укрепления» функциональных нарушений физическими нагрузками формируются изменения, плохо поддающиеся коррекции.

Оценка подвижности поясничного отдела позвоночника показала повышенный тонус мышц (табл. 1). Полученные результаты, при выполнении функциональных проб, указывают на скованность поясничного отдела позвоночника, резкое укорочение мышц поясничной области, особенно в тесте Шобера.

Таблица 1

Показатели подвижности позвоночника у школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо

Функциональные пробы		Школьники 9–10 лет, n = 30
Наклон вправо, см		10±2,22
Наклон влево, см		11±7,60
Тест Шобера, см	стоя	10±1,52
Тест Шобера, см	в наклоне	12±1,22

Для исследования физической подготовленности были выбраны тесты, характеризующие основные физические качества. Полученные результаты показали низкий уровень развития физических качеств (табл. 2).

Для исследования физической подготовленности были выбраны тесты, характеризующие основные физические качества.

Полученные результаты показали низкий уровень развития физических качеств. В ходе анализа данных они оценивались как «удовлетворительно».

Таблица 2

Результаты тестирования физической подготовленности школьников 9–10 лет, занимающихся тхэквондо

Двигательные тесты	Школьники 9–10 лет, n = 30
Бег на 30 м, с	7,83±0,21
Подъем туловища из положения лежа, кол-во	20±5,78
Прыжок в длину с места, см	123±11,4
Наклон вперед, см	2±5,22

Таким образом, можно заключить, что на начальном этапе подготовки в тхэквондо мы наблюдаем сниженные показатели физического состояния организма в целом. Это и незначительные нарушения функционального состояния двигательной системы, устанавливающие необходимость перехода школьников в ходе подготовки из основной медицинской группы в подготовительную. Это достаточно большое количество школьников с выраженными функциональными нарушениями осанки. Это и недостаточно высокая для юных спортсменов физическая подготовленность.

Наблюдая тренировочный процесс на начальном этапе подготовки, можно отметить, что для профилактики нарушений осанки и для коррекции ее нарушений основную нагрузку дают на поверхностные мышцы туловища. В то же время глубокие мышцы являются основными регуляторами в определении положения туловища, межмышечной координации. Пренебрежительное отношение к рациональному формированию мышечного корсета, в частности игнорирование укрепления глубоких мышц, вызывает резкий диссонанс в формировании правильного распределения тонуса между различными мышечными группами. Недостаточная функция глубоких мышечных групп и отдельных мышц приводит к тому, что они остаются недостаточно развитыми, что проявляется вначале в виде мышечного дискомфорта. Затем появляются жалобы на незначительные боли, которые быстро купируются в ходе выполнения разных двигательных действий или массажа, вновь проявляясь в ходе тренировочного процесса. Эти сигналы в тренировочном процессе детей 9–10 лет являются самыми важными индикаторами благополучия мышечно-связ-

зочной системы организма, игнорирование которых приводит к дальнейшему нарушению осанки.

Заключение

1. Результаты исследования показали, что только 40 % школьников исследованной группы относятся к основной медицинской группе, 60 % с незначительными функциональными нарушениями осанки следует отнести к подготовительной группе. Школьников с хроническими патологиями в ходе исследования не установлено.

2. Показатели функционального состояния позвоночника указывают на большое количество школьников с выраженными и умеренными отклонениями осанки от нормы. Школьников с показателями нормальной осанки не установлено.

3. Физическая подготовленность школьников 9–10 лет оценивается как «удовлетворительно». Уровень развития основных физических качеств установлен «ниже среднего».

Список литературы

1. Волкова Е.В., Волкова Д.Р. Методика развития гибкости у тхэквондистов 7–8 лет // Наука – 2020. 2019. № 7 (32). С. 6–19.
2. Павленко А.В. Методика формирования базового технического арсенала на этапе начальной подготовки в тхэквондо: учебное пособие для образовательных учреждений высшего профессионального образования, осуществляющих образовательную деятельность по направлению 034300(62) «Физическая культура»; Министерство спорта Российской Федерации; Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2013. 129 с.
3. Симаков А.М., Симакова Е.А., Кузьмин В.В., Плотников Р.В. Индивидуальный подход к развитию физических качеств тхэквондистов в сенситивном периоде // Ученые записки университета Лесгафта. 2015. № 1 (119). С. 156–166.
4. Nosaka K. Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1991. No. 63. P. 70–76.
5. Профилактика и коррекция нарушений осанки детей в образовательных организациях: монография / И.В. Рябова, Т.А. Соболевская, Н.Н. Нежкина, Д.Н. Черногоров, М.А. Правдов, С.Н. Филиппова, Ю.А. Матвеев, С.И. Алексеева, О.В. Мелкадзе, О.М. Зверев. М.: Московский городской педагогический университет, 2019. 148 с.

УДК 796.012.49:612.211

ОСОБЕННОСТЬ ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОГО СОПРЯЖЕНИЯ В ПРЫЖКОВЫХ УПРАЖНЕНИЯХ

Тихонов В.Ф.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,
e-mail: letterpa@mail.ru

Известно, что двигательные действия в прыжковых упражнениях вызывают специфический процесс вовлечения грудной стенки человека в произвольные циклические дыхательные движения. Цель исследования заключается в выявлении особенностей локомоторно-респираторных сопряжений (ЛРС) в прыжковых упражнениях «прыжки на месте» и «прыжки в высоту с места» путем анализа частотных спектров реакции опоры и частотных спектров дыхания у испытуемых. Испытуемые, десять студентов 19–20 лет, выполняли упражнения в течение 30 с, стоя на тензоплатформе. Датчик спирографа закреплялся на шлеме, а сам спирограф с регистратором сигналов с помощью ремня закреплялся на поясе. По графикам изменения вертикальной реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$, Н), дыхательного объема ($V(t)$, л) и объемной скорости воздушного потока при дыхании ($\dot{V}(t)$, л/с) оценивалось качество ЛРС при выполнении упражнений. Анализ частотных спектров сигналов $R(t)_{\text{верт}}$, $V(t)$ и $\dot{V}(t)$ выполнялся методом быстрого преобразования Фурье. Было обнаружено, что ЛРС в прыжковых упражнениях имеет две составляющие стороны. Первая, общепринятая – кинематическая, определяется отношением частоты дыхания к частоте прыжков. Вторая, требующая дальнейшего исследования – динамическая, определяется отношением пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\dot{V}(t)$. Совпадение пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\dot{V}(t)$ обнаружено у семи студентов. Отсутствие ЛРС у трех испытуемых показывает на то, что испытуемые решают двигательную задачу в условиях задержки дыхания или неритмичного дыхания, что приводит к избыточным двигательным действиям и снижению экономичности движений. Предполагается, что ЛРС является интегральным критерием техники двигательных действий и качества дыхания в прыжковых упражнениях.

Ключевые слова: прыжки, локомоторно-респираторное сопряжение, тензометрическая платформа, спирограф, быстрое преобразование Фурье

FEATURES OF LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLES IN JUMPING EXERCISES

Tikhonov V.F.

I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru

It is known that motor actions in jumping exercises cause a specific process of involvement of the human chest wall in involuntary cyclic respiratory movements. The purpose of the study is to identify the features of locomotor-respiratory junctions (LRC) in jumping exercises “jumps in place” and “high jumps from a place” by analyzing the frequency spectra of the support reaction and the frequency spectra of breathing in the subjects. The subjects, ten students aged 19–20, performed the exercises for 30 seconds standing on the force plate. The sensor of the Spirograph was attached to the helmet; the Spirograph with the signal recorder was attached to the lower back with a belt. According to the graphs of changes in the vertical reaction of the support ($R(t)_{\text{vert}}$, N), tidal volume ($V(t)$, l), and volumetric airflow rate during breathing ($\dot{V}(t)$, l/s), the quality of LRS was assessed when performing exercises. The analysis of the frequency spectra of the signals $R(t)_{\text{vert}}$, $V(t)$ and $\dot{V}(t)$ was performed by the fast Fourier transform method. It was found that the LRC in jumping exercises has two components. The first, generally accepted – is kinematic, determined by the ratio of the respiratory rate to the jumps rate. The second, which requires further research – is dynamic, determined by the ratio of $R(t)_{\text{vert}}$ peak frequencies and of $\dot{V}(t)$ peak frequencies. Coincidence of peak frequencies $R(t)_{\text{vert}}$ and $\dot{V}(t)$ was found in 7 students. The absence of LRS in three subjects indicates that the subjects solve a motor task in conditions of breath retention or irregular breathing, which leads to motor actions excessive and the efficiency decrease of movements. It is assumed that in jumping exercises the LRS is an integral criterion for the technique of motor actions and the quality of breathing.

Keywords: jumping, locomotor respiratory coupling, force plate, spirometer, Fast Fourier Transform

Для повышения эффективности и экономичности физических упражнений в спортивной подготовке существует проблема сопряжения дыхания с двигательными действиями. Предлагаются различные общепринятые и специальные методы дыхательных упражнений: дыхание с добавочным сопротивлением, дыхание гиперкапническими и гипоксическими газовыми смесями [1] и др. Совершенствуя функцию внешнего дыхания, этими методами повышается работоспособность респираторной мускулатуры, повышается устойчивость

организма к гипоксии, тканевое дыхание и транспорт газов в организме у спортсменов в физических упражнениях [1]. Общепринятые методы выполнения физических упражнений не регламентируют способы дыхания в прыжковых общеразвивающих физических упражнениях. Подразумевается, что в простых физических упражнениях произвольные дыхательные движения формируются сами собой рефлекторно [1]. Однако простое упражнение «прыжки на месте со скакалкой» одни испытуемые могут выполнять 10–30 мин непрерывно, а дру-

гие – лишь 1–2 мин из-за потери контроля над дыханием. Противоречия возникают вследствие отсутствия единой теории возникновения произвольных дыхательных циклов в физических упражнениях. На наш взгляд, это связано с тем, что основные положения физиологии дыхания при мышечной деятельности рассматриваются вне связи с двигательными действиями. Предлагаются методики повышения функции дыхательной системы путем затруднения дыхания методами повышения сопротивления дыханию, дыханию гипоксическими и гиперкапническими газовыми смесями. Некоторые ученые считают, что гиповентиляционное дыхание является стимулятором физической работоспособности [1, 2]. Известно такое положение, что двигательная система реагирует и избирает ту частоту движений, которая совпадает с резонансной частотой отдельных кинематических звеньев, поэтому «колебания при резонансе мышечно-сухожильной структуры дают максимальную амплитуду движения при наименьших усилиях и энергетических затратах» [3]. Известно, что двигательные действия в прыжковых упражнениях вызывают специфический процесс вовлечения грудной стенки человека в произвольные циклические дыхательные движения [4, 5]. Различные примеры локомоторно-респираторного сопряжения (ЛРС) приводятся в доступной литературе. Однако механизмы, лежащие в основе локомоторно-респираторного сопряжения (или несопряжения) именно в физических упражнениях, недостаточно изучены [4, 6]. Также следует отметить, что в условиях отсутствия собственных усилий человека при его раскачивании на качелях была обнаружена «закономерная связь между пиком максимальной вертикальной составляющей ускорения и выдохом, при прохождении качелями нижней точки, а также связь между минимальными значениями этой составляющей и вдохом в двух крайних положениях качелей» [6]. Также ученые наблюдали, что «локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) снижает метаболические затраты в лыжных гонках примерно на 4%» [7]. В некоторых исследованиях обнаружено, что частота дыхания является хорошим показателем физических усилий во время ускоренных челночных пробегов [8]. Общеизвестно, что в основе ЛРС лежат механизмы: 1) нейронные взаимодействия между центральными и периферийными регуляторами передвижения и дыхания; 2) механические взаимодействия между двигательной динамикой и дыхательной механикой. «ЛРС указывает на совершенствование двигательных

действий, на снижение метаболических затрат, а также на повышение эффективности аэробного энергообеспечения» [9]. В некоторых работах отмечено увеличение ЛРС при повышении частоты движения конечностей [10]. Предположение о том, что «двигательная система реагирует и избирает ту частоту движений, которая совпадает с резонансной частотой отдельных кинематических звеньев» подтверждается в ряде источников» [3, 6, 10]. Таким образом, повышение эффективности и экономичности в физических упражнениях достигается спортсменом путем приобретения специфической двигательной системы. В такой системе дыхательные движения могут приводиться к состоянию, близкому к резонансному с результирующей волной усилий, проходящей по кинематическим звеньям двигательного аппарата [4, 6].

Цель исследования заключается в выявлении особенностей локомоторно-респираторных сопряжений в прыжковых упражнениях «прыжки на месте» и «прыжки в высоту с места» путем анализа частотных спектров реакции опоры и частотных спектров дыхания у испытуемых.

Материалы и методы исследования

Испытуемые, десять студентов 19–20 лет, выполняли упражнения в течение 30 с, стоя на тензометрической платформе. Датчик спирографа закреплялся на шлеме, а сам спирограф с регистратором сигналов с помощью ремня закреплялся на поясе. Далее в тексте векторные величины выделены жирным шрифтом. Качество ЛРС при выполнении упражнений оценивалось по графикам вертикальной реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$, Н), дыхательного объема ($V_T(t)$, л) и объемной скорости воздушного потока при дыхании ($\dot{V}(t)$, л/с). В выражении $V_T(t)$ нижний индекс «Т» означает «Tidal volume» – международное обозначение дыхательного объема. Анализ частотных составляющих сигналов $R(t)_{\text{верт}}$, $V_T(t)$ и $\dot{V}(t)$ выполнялся с использованием метода быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Из курса биомеханики известно, что в физических упражнениях, в том числе и в прыжковых, кинематические звенья тела имеют различные частоты движения, вследствие чего образуется суммарный частотный спектр сигналов $R(t)_{\text{верт}}$. Также дыхательные движения отражаются в частотном спектре $V_T(t)$ и $\dot{V}(t)$. Отсюда можно сделать предположение, что при ЛРС частотные спектры сигналов в некоторых диапазонах частот будут совпадать и в прыжковых упражнениях. Это предположение основано на том, «что циклические двига-

тельные действия в физических упражнениях вовлекают грудную стенку человека в специфический процесс непроизвольных циклических дыхательных движений» [4, 5].

Было проведено десять занятий, в течение которых было сделано 98 измерений.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 и 3 показаны «сырые» графики сигналов. На рис. 1 можно качественно оценить наличие ЛРС по совпадению частот сигналов $R(t)_{\text{верт}}$, $V_T(t)$ и $\bar{V}(t)$ в упражнении «прыжки на месте». Однако трудно провести визуальный анализ графиков в упражнении «прыжки в высоту с места» (рис. 3). На рис. 2 и 4 показаны частотные спектры регистрируемых сигналов после преобразования методом БПФ.

На рис. 2 пиковые частоты сигналов $R(t)_{\text{верт}}$, $V_T(t)$ и $\bar{V}(t)$ совпадают на первой гармонике в диапазоне частот 1,95–2,15 Гц. Произведением значений частоты в Гц на 60 получим частоту в минуту. Например, 2 Гц * 60 = 120 циклов/мин. В данном случае показатели пиковой частоты указывают на то, что испытуемый совершал прыжки с частотой примерно 120 прыжков в минуту. С такой же частотой совершались дыхательные движения, отраженные в показателях $V_T(t)$ и $\bar{V}(t)$.

На рис. 3 отображены три прыжка в высоту с места за 6 с, что равно 30 прыжкам/мин. Также в каждом прыжке в высоту с места наблюдаются три пика $R(t)_{\text{верт}}$, частота этих пиков равна 90 раз/мин. В частотном спектре сигналов (рис. 4) частота дыхательного объема (частота дыхания, циклов/мин) совпадает с частотой вертикальной реакции опоры в первой гармонике (частота прыжков, прыжков/мин) в области 0,49–0,59 Гц, что примерно равно 30 циклам/мин. Таким образом, здесь наблюдается кинематическая составляющая ЛРС – совпадение частоты дыхания с частотой прыжков в высоту с места. На рис. 4 также показано совпадение на третьей гармонике пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ в диапазоне 1,46–1,56 Гц. То есть, как указано выше, основные усилия в двигательных действиях выполнялись примерно в диапазоне частот 90 раз/мин. В этом же диапазоне частот находится частота объемной скорости воздушного потока при дыхании $\bar{V}(t)$. Здесь наблюдается динамическая составляющая ЛРС – совпадение пиковых частот в третьей гармонике $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$.

В рамках данной работы нет необходимости определения соответствия каждой гармоники $R(t)_{\text{верт}}$ отдельным гармоникам $V_T(t)$ и $\bar{V}(t)$ в прыжковых упражнениях

и здесь не раскрывается значение гармоник, следующих за первой. Из приведенных графиков следует, что в области всех гармоник $R(t)_{\text{верт}}$ есть частотные составляющие $\bar{V}(t)$. Следовательно, все усилия в прыжковых упражнениях в отдельных частотных диапазонах воздействуют на дыхательные движения.

В результате анализа полученных данных методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) в упражнениях «прыжки на месте» и «прыжки в высоту с места», в начале исследования у четверых испытуемых (40,0%) было обнаружено совпадение пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$. Четверо испытуемых (40,0%) показали неритмичное дыхание, а двое (20,0%) выполняли упражнения с задержкой дыхания. Однако в конце этапа испытаний (семестра) совпадение пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ обнаружено у семи испытуемых (70,0%) (рис. 1–4). Очевидно, что ЛРС является интегральным критерием техники двигательных действий и качества дыхания в прыжковых общеразвивающих физических упражнениях.

Известно, что «колебания при резонансе мышечно-сухожильной структуры дают максимальную амплитуду движения при наименьших усилиях и энергетических затратах» [3, 7]. Следовательно, эффективность и экономичность двигательных действий в физических упражнениях достигается спортсменом, когда он приобретает специфическую двигательную систему. Мы предполагаем, что в такой системе дыхательные движения могут приводиться к состоянию, близкому к резонансному с результирующей волной усилий, проходящей по кинематическим звеньям двигательного аппарата. Необходимо принять сделанное выше предположение о том, что в прыжковых упражнениях дыхательные движения могут приводиться к состоянию, близкому к резонансному с результирующей волной усилий, проходящей по кинематическим звеньям двигательного аппарата. Трое испытуемых (30,0%) показали отсутствие ЛРС в упражнениях. Это указывает на то, что они решают двигательную задачу в условиях задержки дыхания или неритмичного дыхания, что приводит к избыточным двигательным действиям и снижению экономичности движений. Однако показатели дыхательного объема, отражающие частоту дыхания в упражнениях, оказались менее информативными. Так, в конце эксперимента пиковые частоты $V_T(t)$ совпадали с пиковыми частотами $R(t)_{\text{верт}}$ лишь у четверых (40,0%) испытуемых (рис. 2) и ни одного случая не зафиксировано в упражнении «прыжки в высоту с места» (рис. 4).

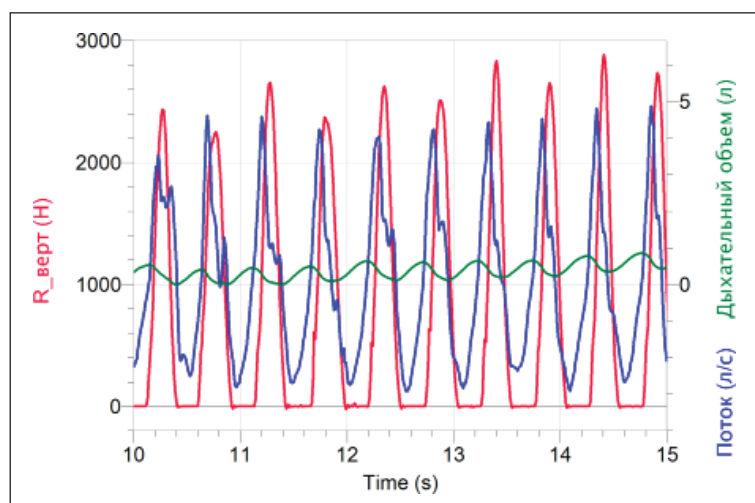


Рис. 1. Графики сигналов в упражнении «прыжки на месте»

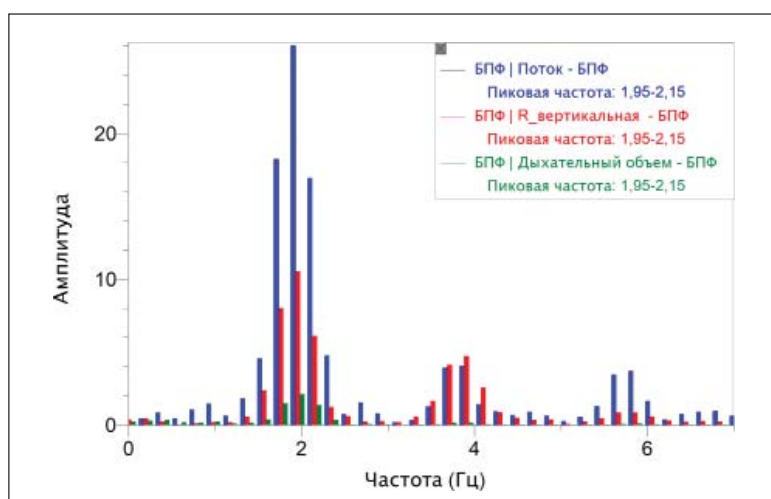


Рис. 2. Частотный спектр сигналов в упражнении «прыжки на месте»

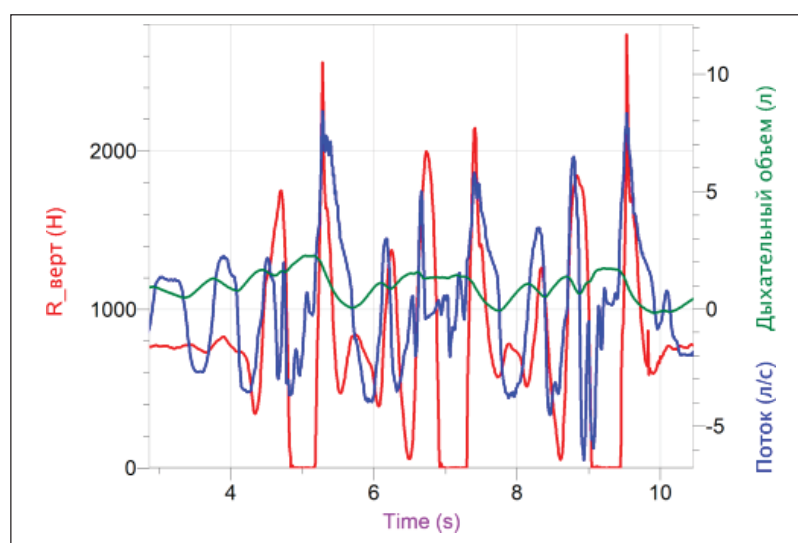


Рис. 3. Графики сигналов в упражнении «прыжки в высоту с места»

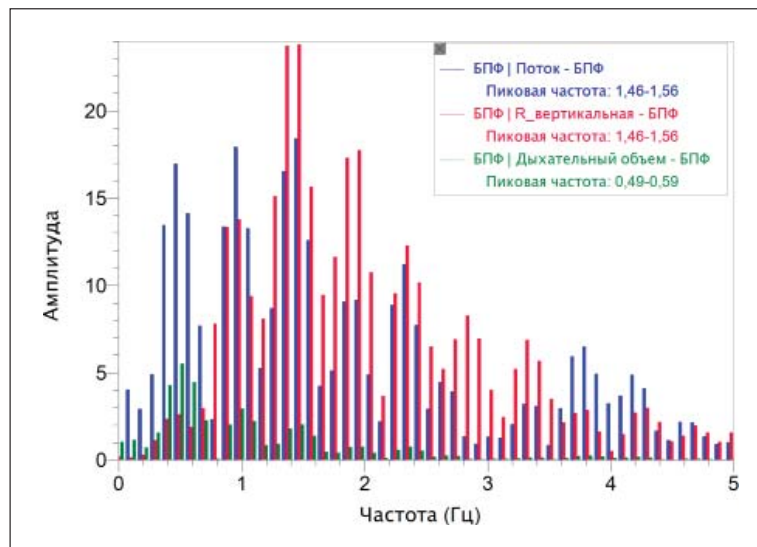


Рис. 4. Частотный спектр сигналов в упражнении «прыжки в высоту с места»

Результаты исследования свидетельствуют о том, что дыхательные и локомоторные ритмы связаны. Закономерности локомоторно-респираторного сопряжения требуют дальнейшего и более углубленного изучения.

Выводы

1. ЛРС в прыжковых упражнениях имеет две составляющие. Первая, общепринятая – кинематическая, определяемая отношением частоты дыхания к частоте прыжков. Вторая, требующая дальнейшего исследования – динамическая, определяемая отношением пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$.

2. Подтверждается предположение о том, что в прыжковых упражнениях частотные составляющие $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ при ЛРС совпадают, означая, что грудная стенка вовлекается в движение двигательными действиями.

3. Совпадение пиковых частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ является критерием техники в прыжковых упражнениях.

4. Отсутствие ЛРС у испытуемых при решении двигательных задач путем задержки дыхания или неритмичного дыхания сопровождается избыточными двигательными действиями и снижением экономичности движений.

Список литературы

1. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. М.: Советский спорт, 2013. 336 с.

2. Классина С.Я., Фудин Н.А. Влияние произвольного гиповентиляционного дыхания на физическую работоспособность и «удельную физиологическую цену» у спортсменов с различным уровнем тренированности // Вестник новых медицинских технологий. 2019. Т. 26. № 3. С. 81–84. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16430.

3. Попов Г.И., Маркарян В.С. Ударные волновые процессы в опорных взаимодействиях в спорте // Теория и практика физической культуры. 2018. № 10. С. 88–91.

4. Тихонов В.Ф. Особенности формирования дыхательных циклов в упражнении гиревого спорта «толчок двух гирь по длинному циклу» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6–1. С. 203–208. DOI: 10.17513/snt.38723.

5. Тихонов В.Ф. Внешнее дыхание человека как система автоматического управления легочной вентиляцией // Наука и спорт: современные тенденции. 2017. № 1. С. 94–99.

6. Тихонов В.Ф., Колесникова О.Б., Орешкина Т.И., Яковлева Л.А. Особенности дыхания у человека в условиях воздействия вертикальных ускорений // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и здоровья: материалы научно-практической конференции. Чебоксары: ЧГУ имени И.Н. Ульянова, 2017. С. 146–150.

7. Boldt K., Killick A. and Herzog W. Quadrupedal Locomotion-Respiration Entrainment and Metabolic Economy in Cross-Country Skiers. Journal of Applied Biomechanics. 32 (1). P. 1–6.

8. Nicolò A., Montini M., Girardi M., Felici F., Bazzucchi I. and Sacchetti M. Respiratory Frequency as a Marker of Physical Effort During High-Intensity Interval Training in Soccer Players. International Journal of Sports Physiology and Performance. 15 (1). P. 73–80.

9. Stickford A.S.L. and Stickford J.L. Ventilation and Locomotion in Humans: Mechanisms, Implications, and Perturbations to the Coupling of These Two Rhythms. Springer Science Reviews. 2 (1–2). P. 95–118. DOI: 10.1007/s40362-014-0020-4.

10. Tiller N.B., Price M.J., Campbell I.G. and Romer L.M. Effect of cadence on locomotor-respiratory coupling during upper-body exercise. European Journal of Applied Physiology. 117 (2). P. 279–287. DOI: 10.1007/s00421-016-3517-5.

УДК 378.14.015.62

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПРОФИЛЯ «МЕНЕДЖМЕНТ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ» НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ЗООТЕХНИЯ»

¹Черноградская Н.М., ¹Тригорьев М.Ф., ¹Попова А.В.,²Тригорьева А.И., ¹Борисов В.И.¹ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Якутск,
e-mail: grig_mf@mail.ru;²ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: grig_mf@mail.ru

В работе рассмотрена и проанализирована образовательная программа направления подготовки «Зоотехния» (уровень бакалавр) профиль «Менеджмент в животноводстве». Представлена основная информация касательно подготовки кадров в рамках профиля «Менеджмент в животноводстве». Проанализирован блок «базовых» и «вариативного» цикла дисциплин, раскрыты цели преподавания, основная и отличительная часть тематических планов модулей, региональных особенностей, дополнений и обоснований включения их в учебный план подготовки бакалавров. Особое внимание в иерархической структуре учебного плана в отношении распределения дисциплин уделено профильным технологическим курсам, а также специальным курсам экономики и менеджмента производства. Отдельно отмечается, что в учебном процессе подготовки бакалавров используются ИКТ и интерактивные и активные образовательные технологии, предусмотренные отдельными программами. Вариативный блок обязательных курсов дополнен такими актуальными дисциплинами, как «Информационные системы менеджмента», «Информационные технологии в животноводстве», «Инновационные технологии в животноводстве», «Охрана генофонда местных пород животных», «Новое в технологии кормления сельскохозяйственных животных и птиц», «Контроль полноценности кормления сельскохозяйственных животных», «Селекционно-генетические методы управления производством продукции животноводства», «Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» и др. Во вторую часть вариативного цикла включены такие дисциплины, как «Технология заготовки, хранения, рационального использования кормов и пастбищ в Якутии», «Сохранение аборигенного якутского скота», «Современная классификация, характеристика пород крупного рогатого скота», «Зоотехнические основы воспроизводства сельскохозяйственных животных», «Финансовые рынки управления сельскохозяйственными ресурсами», «Менеджмент в агробизнесе», «Полнорационные кормовые смеси в животноводстве», «Бизнес и планирование в животноводстве» и др.

Ключевые слова: сельское хозяйство, зоотехния, профиль, бакалавр, дисциплины, модули, компетенции

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR THE TRAINING OF STUDENTS OF THE PROFILE “MANAGEMENT IN ANIMAL HUSBANDRY” OF THE TRAINING DIRECTION “ZOOTECHNICS”

¹Chernogradskaya N.M., ¹Grigorev M.F., ¹Popova A.V., ²Grigoreva A.I., ¹Borisov V.I.¹Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, e-mail: grig_mf@mail.ru;²North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: grig_mf@mail.ru

The paper considers and analyzes the educational program of the direction of training “Zootechnics” (bachelor’s level) profile “Management in animal husbandry”. Is presented the basic information regarding the training of personnel within the framework of the profile “Management in animal husbandry”. The block of “basic” and “variable” cycles of disciplines is analyzed, the objectives of teaching, the main and distinctive part of the thematic plans of modules, are disclosed regional features, additions and the rationale for including them in the curriculum for bachelors. Particular attention is paid to the hierarchical structure of the curriculum in relation to the distribution of disciplines for specialized technological courses, as well as special courses in economics and production management. Separately, it is noted that in the educational process of preparing bachelors, ICT and interactive and active educational technologies are used, provided for by individual programs. The variable block of compulsory courses is supplemented by such topical disciplines as “Management Information Systems”, “Information technologies in animal husbandry”, “Innovative technologies in animal husbandry”, “Protection of the gene pool of local animal breeds”, “New in the technology of feeding farm animals and birds”, “Control the usefulness of feeding farm animals”, “Breeding and genetic methods of managing the production of livestock products”, “Scientific foundations for increasing the productivity of farm animals”, etc. The second part of the variable cycle includes disciplines such as “Technology of harvesting, storage, rational use of fodder and pastures in Yakutia”, “Preservation of native Yakut cattle”, “Modern classification, characteristics of breeds of cattle”, “Zootechnical bases of reproduction of farm animals”, “Financial Markets for Agricultural Resource Management”, “Management in agribusiness”, “Complete feed mixtures in animal husbandry”, “Business and planning in animal husbandry”, etc.

Keywords: agriculture, zootechnics, profile, bachelor, disciplines, modules, competencies

Подготовка профессионально ориентированных кадров для агропромышленного комплекса требует включения новых дисциплин и модулей в учебные планы подготовки бакалавров аграрного профиля. Система высшего образования в Российской Федерации непрерывно совершенствуется, вводятся новые требования к подготовке кадров. Для подготовки кадров привлекаются работодатели, профильные предприятия, а также сотрудники НИИ СО РАН, которые участвуют в разработке и реализации учебного плана до трудоустройства выпускников.

Цель исследования – изучить научно-методическое обеспечение подготовки студентов профиля «Менеджмент в животноводстве» направления подготовки «Зоотехния».

Материалы и методы исследования

Анализ основной образовательной программы, учебного плана, рабочих программ дисциплин направления профиля «Менеджмент в животноводстве» направления подготовки «Зоотехния» ФГБОУ ВО АГАТУ. В работе использованы общепринятые методы исследований: сравнительный, аналитический и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Совершенствуется образовательный процесс подготовки бакалавров по направлению «Зоотехния» [1, 2]. Вводятся новые дисциплины и модули в учебные планы, пересматриваются и перераспределяются ЗЕТ/часы, нагрузка по отдельным дисциплинам блоков. Относительно ФГБОУ ВО «Арктический ГАТУ» подготовка кадров для животноводства Республики Саха (Якутия) организована на двух профильных кафедрах: «Общая зоотехния» и «Традиционные отрасли Севера» (бывшая кафедра «Коневодство и частная зоотехния»). На сегодняшний день по направлению «Зоотехния» ведется подготовка всех уровней: бакалавриат, магистратура и аспирантура. На агротехнологическом факультете ФГБОУ ВО «Арктический ГАТУ» бакалавриат по направлению «Зоотехния» реализуются профили «Технология производства продукции животноводства», «Разведение, генетика и селекция животных», «Традиционные отрасли Севера», «Менеджмент в животноводстве». Профиль подготовки «Менеджмент в животноводстве» создан на основании потребности в кадрах, которые имеют профессиональные компетенции в области управления отраслью животноводства, цифровизации и ИКТ, имеющие сравнительно более углубленные знания в области менеджмента, экономики и фи-

нансов АПК. Данный профиль подготовки реализуется на кафедре «Общая зоотехния». Кафедра «Общая зоотехния» является одной из первых кафедр университета, она была организована в 1957 г. на сельскохозяйственном факультете в структуре Якутского государственного университета (ЯГУ).

В подготовке бакалавров и магистров в рамках утвержденных аудиторных часов проводятся занятия в активной и интерактивной формах обучения (активные и интерактивные формы лекций, разбор и моделирование ситуаций, тренинги, деловая игра, компьютерная деловая игра, и пр.). Организация научно-исследовательской работы студентов (НИРС) проводится в рамках научных кружков «Разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных» (научные руководители: профессор А.В. Чугунов, доцент Л.Н. Захарова, доцент А.В. Попова) и «Кормление сельскохозяйственных животных Якутии и технология заготовки кормов и использование местных кормовых добавок» (научные руководители: заведующая кафедрой Н.М. Черноградская, доцент М.Ф. Григорьев) [3–5]. Наши студенты ежегодно докладывают основные результаты научных исследований на международных, всероссийских, региональных и внутривузовских научно-практических конференциях, лучшие выпускники продолжают обучение в магистратуре, далее в аспирантуре.

Интенсивное наращивание научно-технического потенциала, а также развитие цифровых и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является основным из главных инструментов для совершенствования процесса подготовки специалистов и растущих требований к их профессиональным компетенциям. Использованию цифровых технологий и ИКТ посвящено много научных и научно-методических трудов (Е.В. Волосова, Ю.А. Безгина, Е.В. Пашкова, и др., 2016; Ю.М. Царапкина, Т.Б. Лемешко, А.Г. Миронов, 2018; Е.В. Бураева, 2021; и др.) [6–8]. В трудах этих ученых научно обоснована, систематизирована и структурирована информация, а также дана основная методология внедрения ИКТ в учебный процесс бакалавров аграрных профилей подготовки.

Сегодня использование ИКТ в образовательном процессе является обязательным и неизменным инструментом на фоне пандемии COVID-19. В последнее время произошли изменения образовательного процесса с традиционной «контактной» на полную или частичную (гибридную/смешанную) форму с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

на платформах Moodle ЭОС университетов с использованием Zoom, Skype, Google Meet и прочих программных продуктов. В свою очередь, это заметно затронуло весь образовательный процесс, от методики преподавания, введения электронных ведомостей итоговой аттестации до учебно-методической и научно-методической обеспеченности, большего использования электронно-библиотечных систем (ЭБС), заинтересованности и мотивации студентов.

Вопросами повышения мотивации студентов занимались многие ученые и преподаватели с большим практическим стажем работы. Поэтому использование ИКТ в образовательном процессе подготовки бакалавра актуально. В работах [6–8] указаны актуальность и практическая значимость использования ИКТ в высшем образовании, в частности естественнонаучном и инженерно-техническом направлениях подготовки специалистов уровня бакалавр, магистр и научно-педагогических кадров высшей квалификации. По этим вопросам существует много идей, подходов и точек зрения.

Согласны с многими предложениями по вопросам решения интеграции ИКТ в образовательном процессе. Особенно в организационных и технических вопросах. Как известно, применение ИКТ в образовательном процессе способствует повышению мотивации студентов. Это происходит за счет схемы: связь – учебный процесс – реализация. Ранее считалось, что особая роль в изучении учебного материала по информатизации и ИКТ отведена только в рамках дисциплины «Информатика». Сейчас данную информацию включают в более специализированной форме в рамках изучения тематического плана дисциплин или модулей вариативного цикла (обязательных или по выбору). Нужно отметить, что при этом существует преемственность и логичность изучения материала. В связи с большей информатизацией и интеграцией в мировое научное и образовательное сообщество большое значение приобретает использование ИКТ в дальнейшей профессиональной деятельности.

Вызванные изменения в учебном процессе, такие как формирование профессиональных компетенций в области ИКТ и новых технологий, положительно повлияли на качество подготовки кадров. В новых условиях для выпускников аграрных вузов открывается больше возможностей для трудоустройства, а полученные профессиональные компетенции позволяют занимать рабочие места без большой конкуренции и реализовать весь свой потенциал на практике.

Ниже представим изменения и новые дисциплины в профиле «Менеджмент в животноводстве» направления подготовки «Зоотехния» (бакалавр):

- пересмотрена часовая нагрузка в блоках с 1 по 3;
- в блок обязательных дисциплин включены дисциплины вариативной части;
- в блок дисциплин по выбору внесены аналогичные изменения;
- введены новые профессиональные компетенции, разработанные и согласованные с основным работодателем в регионе.

В большей степени теория и методика ИКТ рассматривается в рамках специальных дисциплин «Информационные системы менеджмента» и «Информационные технологии в животноводстве». В дополнение к этому дисциплина «Информационные системы менеджмента» исследует развитие организации посредством регулирования различных видов её информационной деятельности. В дисциплине «Информационные технологии в животноводстве» рассматриваются возможности использования специализированного программного обеспечения в отрасли [9].

В дополнение к дисциплине «Основы научных исследований в животноводстве» в блок включена дисциплина «Инновационные технологии в животноводстве», целью которой является формирование знаний об инновационных технологиях в животноводстве и умения правильно их применять в условиях производства.

Вариативная часть обязательных дисциплин представлена новыми профильными дисциплинами. Интересным решением является включение дисциплины «Охрана генфонда местных пород животных». Вместо дисциплины «Звероводство» включена дисциплина «Разведение и селекция пушных зверей», цель которой – формирование и закрепление знаний о способах и приемах разведения и селекции пушных зверей.

В дополнение к классической дисциплине «Кормление животных» в образовательный блок включен модуль «Новое в технологии кормления сельскохозяйственных животных и птиц». В нем в расширенном варианте представлена информация по проведению полного зоотехнического анализа всех видов кормов, современных технологий кормоприготовления и эффективности использования кормов. Вторым дополнением к этому является курс «Контроль полноценности кормления сельскохозяйственных животных», где в углубленной форме дается информация по полноценности кормления животных, рассматриваются различные способы оптимизации рационов сельскохозяй-

зяйственных животных, особенности проведения научно-хозяйственных опытов и другая новая информация о рациональном кормлении животных.

В дополнение к базовой дисциплине «Разведение животных» включена дисциплина «Селекционно-генетические методы управления производством продукции животноводства», где в углубленной форме дается информация по новым селекционно-генетическим методам, а также информация по их использованию для совершенствования существующих и создания новых пород, линий и типов животных. Сравнительно новые направления животноводства для Севера, такие как овцеводство и козоводство, в учебном плане представлены курсом «Разведение и селекция мелкого рогатого скота», где дается информация по биологическим особенностям овец и коз, их основных направлениях продуктивности, а также ведению племенной работы. Хорошим дополнением этих курсов является дисциплина «Непродуктивное животноводство», цель которой – формирование знаний и закрепление практических умений по технологии разведения, содержания и кормления непродуктивных животных с учетом их биологических особенностей.

Логическим завершением этого блока является курс «Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных», цель которого – закрепление знаний по эффективному повышению продуктивности животных на основе научного подхода, а также особенности проведении экспериментов в зависимости от направления исследований (кормление, содержание и разведение животных) по отраслям животноводства (скотоводство, коневодство, оленеводство, свиноводство, птицеводство, козоводство, овцеводство, пчеловодство, рыбководство и др.).

Помимо обязательных в «базовой» и «вариативной» частях блока дисциплин, большое значение в подготовке конкурентоспособных кадров имеют дисциплины по выбору. Многие ученые предлагают для улучшения учебной работы включать в учебный план специальные и профильные дисциплины. С этим положением мы согласны, как и многие наши коллеги, это видно практически во всех учебных планах направления подготовки «Зоотехния», где курс «Введение в специальность» или «Введение в профессию» идет на первом семестре первого курса. Вместе с этим курс часто имеет объем только в 2 ЗЕТ (или 72 ч). На практике тяжело вместить основы специальности за такое короткое время. В этом случае продолжением курса являются

дисциплины на выбор «Основы животноводства» или «Выращивание ремонтного молодняка».

Как известно, для специалиста в области зоотехнии курс по кормлению животных является фундаментальным. Предшествующим курсом для дисциплин «Новое в технологии кормления сельскохозяйственных животных и птиц» (5 семестр) и «Контроль полноценности кормления сельскохозяйственных животных» (6 семестр) являются курсы «Зоотехнический анализ кормов» или «Технология заготовки, хранения, рационального использования кормов и пастбищ в Якутии».

Следующий блок представлен модулем «Сохранение аборигенного якутского скота», где представлен региональный аспект сохранения и эффективного использования генофонда якутского аборигенного скота. Данный модуль является хорошей базой для курса «Охрана генофонда местных пород животных».

Племенная работа неизменно является главной в животноводстве. Поэтому для эффективного усвоения знаний по племенному делу реализуются курсы «Современная классификация, характеристика пород крупного рогатого скота» и «Методика проведения бонитировки животных». Наряду с этим воспроизводство и сохранность поголовья также является важным в животноводстве. С этой целью реализованы модули «Техника искусственного осеменения» и курс «Зоотехнические основы воспроизводства сельскохозяйственных животных».

Важными профилирующими курсами являются управление (менеджмент) и экономика. Поэтому в дополнение к дисциплинам «Экономика», «Бухгалтерский учет и статистика» и «Организация производства и предпринимательства в АПК» добавлен дополнительный экономический курс по менеджменту, это такие специальные профильные модули, как «Финансовые ресурсы управления сельскохозяйственными ресурсами» и «Менеджмент в агробизнесе».

Если рассмотреть рабочие программы базовых дисциплин, то информация по кормосмесям, полнорационным кормам представлена в небольшом объеме. В этом случае преподавание модуля «Полнорационные кормовые смеси в животноводстве» имеет некоторый смысл. То же касается модулей «Инновационные технологии в выращивании племенного молодняка» и «Кормление высокопродуктивных коров в Якутии», «Инновационные технологии воспроизводства мясного скотоводства».

Региональные аспекты широко освещены в дисциплинах «Современные пробле-

мы общей зоотехнии», «Природопользование», «Современные технологии заготовки кормов» и «Селекционная работа в животноводстве Якутии».

Второй блок экономического профиля представлен модулями «Организация сельскохозяйственных предприятий Якутии» и «Бизнес и планирование в животноводстве». Дисциплина «Организация сельскохозяйственных предприятий Якутии» преследует цель овладения знаниями в области организации производства, структуры и работы предприятий, основные технологические линии, форм организации производства. В дисциплине «Бизнес и планирование в животноводстве» дана установка по основным операциям осуществления действий предприятия, перспективного плана развития, маркетингового исследования рынка и анализ конкурентов, разработка программ действий для достижения производственных целей.

В учебном плане на факультатив предусмотрена одна дисциплина ФТД «Экономика сельскохозяйственного производства», которая изучает специфику экономики аграрного производства (животноводство, растениеводство и переработка продукции), рассматриваются пути повышения эффективности сельского хозяйства.

Учебный план профиля «Менеджмент в животноводстве» направления подготовки «Зоотехния» имеет рациональный сформированный план реализации профессиональных компетенций за счет логической последовательности и применения междисциплинарного подхода в интеграции профильных дисциплин и специальных модулей.

Заключение

Разработанный учебный план профиля подготовки «Менеджмент в животноводстве», содержание тематических планов новых актуальных курсов дисциплин, профессиональных компетенций, использование ИКТ, применение различных форм активных и интерактивных методов в учеб-

ном процессе, организация НИРС в рамках научных кружков – всё это показывает, что имеются все условия для подготовки высококвалифицированных кадров для агропромышленного комплекса Северо-Востока Российской Федерации.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 марта 2016 г. № 250 [Электронный ресурс]. URL: <https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/360302.pdf> (дата обращения: 11.04.2022).
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/456057115> (дата обращения: 11.04.2022).
3. Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. К вопросу практико-ориентированного обучения студентов направления подготовки Зоотехния // Социально-политические, правовые, духовно-нравственные проблемы российского села: история и современность: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 10 декабря 2019 г.). Кол. авт.; под общ. ред. докт. ист. наук, проф. В.Н. Пласкина. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2019. С. 156–159.
4. Григорьев М.Ф., Григорьева А.И., Григорьев В.Ф. Научно-практическое обучение студентов – эффективное средство подготовки специалистов АПК // Региональные вопросы развития сельского хозяйства Якутии: сборник статей научно-практической конференции. 2018. С. 199–203.
5. Григорьев М.Ф., Степанова Д.И., Григорьева А.И. Системный подход к практико-ориентированному обучению бакалавров аграрных профилей подготовки: монография. Якутск: СМИК, 2019. 85 с.
6. Бураева Е.В. Подготовка кадров для цифровой аграрной экономики: проблемы и перспективы // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 112–118.
7. Волосова Е.В., Безгина Ю.А., Пашкова Е.В., Шипула А.Н. Эффективность современных технологий усвоения учебного материала // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 1 (21). С. 146–148.
8. Царапкина Ю.М., Лемешко Т.Б., Миронов А.Г. Цифровые технологии в подготовке студентов аграрного вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 61–3. С. 331–334.
9. Учебный план 36.03.02 «Зоотехния» профиль «Менеджмент в животноводстве», одобрен Ученым советом вуза, протокол № 5 от 29.03.2018 [Электронный ресурс]. https://agatu.ru/wp-content/uploads/umu/oor/360302_ZM/up_360302_zm_3+.pdf (дата обращения: 11.04.2022).

УДК 371:376

ИНТОНАЦИОННАЯ СТОРОНА РЕЧИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ

Шереметьева Е.В.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru

Важную роль в овладении устной речью детьми младенческого и раннего возраста играет просодика, в частности интонационная сторона речи. Несмотря на увеличившееся количество публикаций, посвящённых просодическому оформлению высказываний, практически отсутствуют исследования роли интонации в овладении речью детьми раннего возраста с отклонениями в овладении речью. Целью данного исследования является решение проблемы формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью в коммуникативных ситуациях семьи. Исследование проводилось на основе анализа существующих теоретических данных, обобщения результатов эмпирического опыта констатирующего, формирующего и контрольного этапов эксперимента. В экспериментальном исследовании приняли участие дети раннего возраста (31 ребёнок) и их родители. В результате разработки и апробации организационно-содержательной модели формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью, в которой большая роль отводится обучению родителей, мы получили значительную положительную динамику формировании таких суперсегментных компонентов, как мелодика, тембр, темп, ритм. Полученные результаты вносят вклад в развитие нового направления развития отечественной логопедии – логопедии раннего возраста.

Ключевые слова: просодика, интонация, темп, ритм, коммуникативная ситуация семьи, ранний возраст, отклонения в овладении речью

INTONATION SIDE OF SPEECH OF YOUNG CHILDREN WITH DEVIATIONS IN SPEECH MASTERY

Sheremeteva E.V.

South Ural State Humanitarian and Pedagogical University», Chelyabinsk,
e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru

Prosodics, in particular the intonation side of speech, play an important role in the mastery of oral speech by children of infant and early age. Despite the increased number of publications devoted to prosodic formulation of statements, there are practically no studies of the role of intonation in mastering speech by young children with deviations in mastering speech. The aim of this study is to solve the problem of the formation of the intonation side of speech in young children with deviations in the mastery of speech in communicative situations of the family. The study was carried out on the basis of an analysis of existing theoretical data, a synthesis of the results of empirical experience of the ascertaining, forming and control stages of the experiment. The experimental study involved 31 young children and their parents. As a result of the development and testing of an organizational-content model for the formation of the intonation side of speech in young children with deviations in mastery of speech, in which a large role is given to the training of parents, we received a significant positive dynamics in the formation of such super-segment components as melodies, timbre, pace, rhythm. The obtained results contribute to the development of a new direction for the development of Russian speech therapy – speech therapy of an early age.

Keywords: prosodics, intonation, pace, rhythm, the communicative situation of the family, early age, deviations in the mastery of speech

Раннее выявление и ранняя комплексная коррекция речевых нарушений – это фундамент для последующего процесса воспитания, обучения, успешной социальной и образовательной интеграции. Грамотно организованная ранняя коррекция способна предупредить появление вторичных отклонений в развитии, обеспечить максимальную реализацию реабилитационного потенциала, а для значительной части детей открывает возможность включения их в общий образовательный поток на более раннем этапе возрастного развития. В настоящий момент специалисты все чаще констатируют отклонения в овладении речью у детей раннего возраста, способствующие впоследствии появлению вторичных нару-

шений и задержке общего развития ребенка (Г.В. Чиркина, Ю.А. Разенкова, О.Г. Приходько, Е.Ф. Архипова, О.Е. Громова, Е.В. Шереметьева и др.). Современные исследования в области педагогики раннего возраста подтверждают, что задержка в развитии соответствующих возрасту форм общения, обусловлена недостаточностью или неполноценностью коммуникации с близкими взрослыми [1–3].

Многие отечественные ученые придают особое значение роли семьи в развитии ребенка (Л.С. Выготский, Д.Б. Эльконин, Л.И. Божович, М.М. Кольцова, М.И. Лисина, И.И. Панченко-Миль и др.). Общение со старшими в семье для ребенка раннего возраста служит единственно возможным

контекстом, в котором происходит его развитие, в том числе и речевое, поскольку именно близкие взрослые являются для ребенка носителями общечеловеческого опыта [4].

Проблема формирования интонационной стороны речи у детей в раннем возрасте представляет большой интерес, поскольку интонация для детей данной возрастной группы является одним из основных средств общения [1, 5]. Интонация увеличивает объем сообщения, передавая дополнительные смыслы, подтексты. Очевидно, что семья является главным фактором развития интонационной стороны речи ребенка.

Нарушения интонационной стороны речи в раннем детском возрасте оказывают негативное влияние на дальнейшее речевое развитие ребенка, что грозит возникновением трудностей в смысловом оформлении фраз, нерасчлененностью речи, неадекватной эмоциональной реакцией в процессе порождения высказывания, дыхательным, голосовым, дикционным несовершенствами. Все это впоследствии отразится на деятельности ребенка, его поведении и обучении, в частности овладении письменной речью и чтением, вызовет сложности в установлении речевых контактов и осложнит овладение навыками межличностного взаимодействия.

Ключевая роль интонационной стороны речи в коммуникации ребёнка раннего возраста, необходимость оказания ранней коррекционной помощи в развитии интонации у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью в условиях семьи и недостаточная разработанность этого вопроса определяют актуальность данного исследования.

Целью исследования стала разработка модели формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста в коммуникативных ситуациях семьи.

В нашем исследовании мы рассматривали интонационную сторону речи как одну из основных составляющих речевой системы, включающую в себя такие суперсегментные компоненты, как мелодика, тембр, темп, ритм, несущие смысловоразличительную функцию, реализуемую в конкретных коммуникативных ситуациях.

Материалы и методы исследования

Основные методы исследования – анализ теоретических источников для определения ключевых позиций исследования и эмпирический эксперимент, который состоял из констатирующего, формирующего и контрольного этапов.

Экспериментальная часть исследования была организована на базе детского сада

№ 18 г. Челябинска. В исследовании приняли участие дети третьего года жизни (31 ребёнок) и их родители.

Констатирующая часть эксперимента происходила в два этапа. На первом этапе мы провели диагностику психоречевого развития детей раннего возраста. Основная задача – выявление отклонений в овладении речью у детей раннего возраста.

Для реализации диагностических мероприятий первого этапа констатирующего эксперимента нами была выбрана авторская методика, направленная на выявление отклонений коммуникативно-речевого развития детей раннего возраста [6].

Результатом первого этапа стало выделение двух групп детей: с отклонениями в овладении речью (22 ребёнка составили ЭГ) и с нормой речевого развития (9 детей).

На втором этапе констатирующего эксперимента по авторской методике нами было обследовано интонационное оформление собственных высказываний детей и ритмическая организация начального детского лексикона. Для обследования уровней восприятия и воспроизведения мелодики, темпа, ритма, тембра у детей ЭГ была использована диагностическая методика, адаптированная нами на основе методов и приемов В.П. Анисимова, Е.Ф. Архиповой, Е.Е. Шевцовой [7–9].

В процессе формирующего эксперимента мы реализовывали разработанную нами модель и оценивали её эффективность уже в контрольной части исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате анализа теоретических источников по проблеме исследования мы определили, что компоненты интонационной стороны речи развиваются и усваиваются в онтогенезе последовательно, но неравномерно, в соответствии с возрастом и особенностями психофизического развития ребенка. На самых ранних этапах своего речевого развития ребенок использует интонацию, наряду с жестами и мимикой, как основное средство общения. Процессы восприятия и воспроизведения интонации обеспечиваются связью формирующегося речеслухового и речедвигательного анализаторов. Речеслуховой анализатор последовательно формируется, с одной стороны, биологической подготовленностью безусловнорефлекторно, с другой стороны, социальной обусловленностью коммуникативно-языковой среды, в которой находится ребёнок, в такой последовательности: тембровый слух, звуковысотный слух, фонематический слух. Важ-

нейшую роль в развитии интонации играет как раз звуковысотный слух, который стимулируется и запускается эмоциональным общением матери с младенцем. Восприятие компонентов интонации, в частности тембральной окраски, начинается с доречевого периода, с первого младенческого крика. Далее в младенческой голосовой коммуникации хорошо отслеживаются вокализации, вокабулы и целые интонационные абрисы, которые имеют генетическую природу и социальную обусловленность (младенец готов «брать» их из обращенной к нему речи взрослых) [10]. Первые интонационно оформленные фразы отмечаются с началом формирования слоговой структуры, на втором году жизни происходят процессы усвоения основных типов интонаций, далее, до возраста примерно 4 лет, происходят тонкие процессы дифференцировки и совершенствования интонационных структур.

Одним из значимых факторов, способствующих развитию речи ребенка, является гармоничная коммуникативная и речевая среда в семье. В процессе свободного, спонтанного взаимодействия с близкими взрослыми, ребенок естественным образом усваивает речевые и неречевые модели коммуникации [4, 11]. Взрослый моделирует свою речь, приспособляя ее к детской, посредством управления мелодикой речи, ее тембром, темпом и ритмом. Коммуникативные ситуации, возникающие в рамках семьи, являются базовыми условиями формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста. Под коммуникативной ситуацией семьи понимается конкретная ситуация общения, в которую входят партнеры по коммуникации, способы реализации коммуникативной интенции, неречевые и речевые компоненты с целью оказания мотивирующего воздействия, основанного на согласовании и удовлетворении потребностей и интересов членов семьи.

В результате экспериментальной части исследования было выявлено, что ритмическая организация речи обследованных детей экспериментальной группы в сравнении с результатами, которые показали дети с нормальным ходом речевого развития, характеризуется преобладанием слов с ударением на первом слоге (хореически организованных); дети испытывают трудности в восприятии и воспроизведении речевых и неречевых ритмических структур. Воспроизведение неречевого и речевого темпа затруднено, детям сложно изменять темп речи от медленного к быстрому и наоборот. Нарушено умение использовать мело-

дические контрасты в сторону повышения или понижения при достаточно сохранном восприятии мелодического контура. Дети испытывают затруднения в изменении тембральной окраски голоса; не развито умение придавать своему голосу различную интонационную окраску, недостаточно развит тембральный слух.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали значительное отставание в развитии интонационной стороны речи у детей с отклонениями в овладении речью, что свидетельствует о необходимости проведения целенаправленной коррекционно-педагогической работы.

Уже на этапе формирующей части эксперимента мы определили, что важнейшим условием для нормального формирования интонационной стороны речи ребенка с отклонениями в овладении речью является нахождение ребенка в семье, где родители создают адекватную возможностям ребенка стимулирующую речевую среду. Речевая среда включена в различные коммуникативные ситуации. Создание коммуникативных ситуаций близкими взрослыми, наполнение интонационно окрашенными ситуативными дискурсами (речевыми штампами), включение их в естественную среду семьи является активирующим фактором для развития интонационных компонентов речи ребенка. Мы разработали модель формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью (рисунок).

Разработанная нами модель коррекционно-предупредительной работы по формированию интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью состоит из следующих блоков:

1. Подготовительный блок. Включает в себя диагностическое направление и консультационно-методическое направление для педагогов и родителей.

2. Основной блок. Включает в себя организационное направление (проведение мастер-классов для педагогов и родителей, обучающих методам и приемам реализации коррекционной работы); коррекционно-развивающее направление (проведение еженедельных музыкально-логопедических занятий на базе дошкольной образовательной организации, включение коммуникативных ситуаций по формированию компонентов интонационной стороны речи в режимные моменты в рамках семейного общения).

3. Заключительный блок. Включает консультационно-сопровождающее направление для родителей.



Модель формирования интонационной стороны речи у детей раннего возраста с ООР

Приемы и методы коррекционной работы, используемые в рамках коммуникативных ситуаций, были направлены на реализацию следующих направлений: развитие слухового внимания; развитие звуковысотного и тембрального слуха; развитие артикуляционной и мимической моторики; формирование речевого дыхания; формирование восприятия и воспроизведения ритма, темпа; мелодики, тембра.

Для осуществления коррекционно-предупредительной работы по формированию интонационной стороны речи родителями в домашних условиях, нами были предложены следующие приемы моделирования коммуникативных ситуаций: диалог, инициированный взрослым в процессе предметно-практической деятельности; сюжетно-отобразительная игра; игра с включением малых фольклорных форм (потешек, попевок и т.д.).

Параллельно, на данном этапе проводилась работа по включению коммуникативных ситуаций в режимные моменты в домашних условиях, в семье. Содержание ситуационных дискурсов (текстов, включенных в общение) было подобрано с учетом принципа функциональности, то есть были выбраны наиболее частотно-повторяющиеся и практически значимые для ребенка ситуации его реальной действительности, с учетом сферы интересов ребенка раннего возраста. Повторяемость обеспечивает прочность усвоения и автоматизм

в воспроизведении формируемых в коммуникативных ситуациях компонентов интонационной стороны речи. Важно также, чтобы ситуационные дискурсы были разнообразны, чтобы поддерживать интерес ребенка к общению, а также с целью закрепления у родителя компетенции моделирования коммуникативных ситуаций.

Все коммуникативные ситуации включены в структуру одного дня и привязаны к повторяющимся бытовым ситуациям семьи: «Пробуждение и умывание», «Завтрак», «Одевание», «Обед», «Прогулка», «Свободная игровая деятельность», «Ужин», «Купание», «Подготовка ко сну».

Функциональность, повторяемость и вариативность являются основными стратегиями моделирования интонационной стороны речи в коммуникативных ситуациях семьи.

Заключение

Сопоставление результатов, полученных до проведения коррекционной работы по формированию интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью и после, позволяет сделать вывод об эффективности разработанной нами организационно-содержательной модели формирования интонационной стороны речи. Дети из ЭГ стали активно пользоваться в речи основными видами интонации, в их речи увеличилось количество ямбически организованных слов, они стали

достаточно быстро «включаться» в ритм музыки, движения стали более разнообразными, скоординированными, улучшилось голосовое модулирование по подражанию и самостоятельное.

Контрольный этап эксперимента показал, что дети раннего возраста с отклонениями в овладении речью, имеющие изначально более низкие показатели сформированности всех основных компонентов интонации на начало исследования, при повторном обследовании показали значительно более успешную динамику. Мы считаем, что эффективность проделанной работы напрямую зависит от компетентности родителей в моделировании коммуникативных ситуаций в семье и интонационно и ритмически насыщенной обращённой к ребёнку речи.

Коррекционно-предупредительная работа по формированию интонационной стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью будет более эффективна, чем традиционная логопедическая коррекция (подразумевающая проведение коррекционных занятий в рамках дошкольного образовательного учреждения), если в рамках разработанной нами модели:

- обучить родителей таких детей моделированию интонационной стороны речи в коммуникативных ситуациях и объяснить необходимость их реализации в семье на ежедневной основе, регулярно и системно;
- предоставить необходимый инструментарий в виде методических рекомендаций для родителей;
- осуществлять консультационную поддержку по запросу.

Мы предполагаем продолжить исследование с неговорящими детьми младшего дошкольного возраста.

Список литературы

1. Панченко-Миль И.И. Трудные дети – трудные родители. Новый взгляд на речевое воспитание. М.: Свет, 2015. 208 с.
2. Приходько О.Г., Югова О.В. Система ранней помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и их родителям. М.: ООО «Деловые и юридические услуги ЛексПраксис», 2015. 145 с.
3. Разенкова Ю.А. Предупреждение и преодоление трудностей развития общения у детей раннего возраста с ограниченными возможностями здоровья: дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2017. 207 с.
4. Шереметьева Е.В., Щелокова Е.Г. Сопровождение семьи неговорящего ребенка раннего возраста в процессе формирования средств общения: монография. Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2021. 208 с.
5. Панченко-Миль И.И. Метод «ДО» быстрое развитие речи у неговорящих детей. Нейро-онто-рефлекторная логопедия. М.: Частное издание, 2021. 160 с.
6. Шереметьева Е.В. Диагностика психоречевого развития ребёнка раннего возраста. М.: Изд-во «НКЦ», 2013. 112 с.
7. Анисимов В.П. Диагностика музыкальных способностей детей: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 128 с.
8. Архипова Е.Ф. Логопедическая работа с детьми раннего возраста: учебное пособие для студентов педвузов. М.: АСТ, 2007. 224 с.
9. Шевцова Е.Е., Забродина Л.В. Технологии формирования интонационной стороны речи: учебное пособие для студентов педвузов. М.: АСТ: Астрель, 2009. 222 с.
10. Шереметьева Е.В. От рождения до первой фразы: тернистый путь к общению: монография. Челябинск: Издательство ЮУрГГПУ, 2019. С. 169.
11. Панченко-Миль И.И. Дизартрические и анатрические расстройства речи у детей с ДЦП и особенности логопедической работы с ними. М.: ПАРАДИГМА, 2019. 312 с.

УДК 378.147

**РЕАЛИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА****Шорина Т.В.***ФГАОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
Казань, e-mail: shorina.t.v@mail.ru*

Статья раскрывает особенности реализации визуальных компонентов информационно-образовательной среды вуза. Непрерывное совершенствование технических и программных средств, на базе которых функционирует информационно-образовательная среда вуза, ведет к поиску инновационных путей организации образовательного процесса. Реализация обучения на базе визуальных компонентов информационно-образовательной среды позволяет целенаправленно, систематически и профессионально ориентированно формировать опыт работы с информацией выбранной сферы деятельности. В статье проводится анализ педагогической литературы по проблеме отображения визуальной информации в обучении. На данной основе делается ряд существенных выводов по организации процесса обучения с использованием визуальных компонентов информационно-образовательной среды вуза, позволяющих индивидуально и комплексно подходить к организации образовательного процесса вуза. Индивидуализация в обучении достигается путем учета особенностей и предпочтений субъекта образования. А комплексный характер достигается учетом специфики выбранной сферы деятельности соответственно направлению и уровню обучения. Далее приводится отбор критериев и показателей, позволяющих оценить эффективность обучения на основе сформулированных аспектов визуальных компонентов информационно-образовательной среды вуза. Экспериментальным путем доказывается, что обучение на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды формирует требуемый опыт информационной деятельности в выбранной сфере и оказывает положительное влияние на процесс и результат обучения в целом.

Ключевые слова: учебная информация, визуальные компоненты, визуальная информация, высшее образование, вуз, образовательная среда, информационно-образовательная среда

**ARGUMENTATION OF THE VISUAL COMPONENT
OF INFORMATION EDUCATIONAL RESOURCES OF HIGHER EDUCATION****Shorina T.V.***Kazan State Power Engineering University, Kazan, e-mail: shorina.t.v@mail.ru*

The article reveals features of the implementation of visual components information and educational environment of university. Continuous improvement of hardware and software on the basis of which the information and educational environment of university operates leads to the search for innovative ways to organize the educational process. The implementation of training based on visual components of information and educational environment allows you to purposefully, systematically and professionally oriented form the experience of working with information in the chosen field of activity. The article analyzes the pedagogical literature on the problem of displaying visual information in education. On this basis, a number of significant conclusions are made on organization of learning process using the visual components of information and educational environment of university, which allow an individualized and comprehensive approach to organization of educational process of university. Individualization in education is achieved by taking into account the characteristics and preferences of the subject of education. A comprehensive character is achieved by taking into account specifics of chosen field of activity, respectively, the direction and level of education. Further, a selection of criteria and indicators is given to evaluate the effectiveness of training based on the formulated aspects of visual components of information and educational environment of university. It is experimentally proved that learning based on visual components of information and educational environment forms the required experience of information activity in the chosen field and has a positive impact on the process and learning outcomes in general.

Keywords: educational information, visual components, visual information, higher education, university, educational environment, information and educational environment

Современное высшее образование закономерно осуществляется на базе средств информационно-коммуникативных технологий [1, 2], непрерывное совершенствование которых ведет к поиску механизмов, которые позволяют не только повысить эффективность обучения, но и способствуют формированию опыта деятельности в выбранной профессиональной сфере. Подобный опыт может успешно формироваться в обучении только при соблюдении определенных условий, в числе которых целенаправленная, систематическая и профессионально ориен-

тированная работа с учебной информацией, представленной в образовательной среде. Информационно-образовательная среда вуза при этом предоставляет возможность соблюдения упомянутых выше условий (целенаправленная, систематическая и профессионально ориентированная работа с учебной информацией), а также обеспечивает взаимодействие субъектов образовательной деятельности. В информационно-образовательной среде вуза представлено все многообразие цифровых ресурсов отдельной организации [3] или сети организаций, до-

ступ к которым обеспечивается по сети Интернет [4, 5]. Поэтому для формирования продуктивного опыта деятельности в выбранной сфере компоненты информационно-образовательной среды вуза должны обладать характеристиками преемственности и профессиональной-направленности.

Отражение визуальных компонентов информационно-образовательной средой – многоаспектная задача, связанная с возможностями современных технологий, индивидуальными особенностями и предпочтениями субъекта образования и спецификой выбранной студентом сферы деятельности. Выделенные аспекты должны находить отражение в используемых визуальных компонентах информационно-образовательной среды вуза.

Целью данного исследования является разработка и реализация в учебном процессе вуза визуальных компонентов информационно-образовательной среды.

В соответствии с целью исследования сформулируем следующие задачи исследования:

1. На основе анализа литературы раскрыть значимые аспекты отражения визуальной информации в образовательном процессе.
2. Определить критерии и показатели, позволяющие оценить эффективность обучения в вузе на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды.
3. Провести экспериментальную реализацию обучения на основе выделенных компонентов информационно-образовательной среды.

Анализ литературы позволил установить, что информационно-образовательная среда высшего образования – это «пространственная инфраструктура, включающая комплекс технических и программных средств» [6] и служащая для хранения и переработки информации, а также обеспечивающая взаимодействие субъектов образовательной деятельности.

Понятие «визуальная учебная информация» связано с систематизацией, структурированием и образным отражением информации в учебной деятельности. Основы отражения визуальной информации в обучении заложены в понятии «наглядность» (Я.А. Коменский) [7], которое понимается автором как «целенаправленное наблюдение» за объектами реального мира либо их отображениями (изображения, модели, знаковая информация и др.) информационно-образовательной средой. Однако в настоящее время недостаточно просто наблюдать [8, 9], необходима работа с учебной информацией, включая ее анализ, систематиза-

цию и преобразование с использованием различных средств наглядности (наглядно-образные и логико-символические схемы, модели объектов и процессов и др.).

При этом в вузе учебная информация должна находить свое отражение специфичными визуальными компонентами выбранной сферы деятельности, которую в данном исследовании предлагается подразделять на базе реально-абстрактных и пространственно-временных свойств [7, 8]. Так для гуманитарного направления предпочтительно в отражении учебной информации использовать наглядно-образные схемы, в то же время для технического направления целесообразно использовать логико-символические модели [7, 8]. Кроме того, если в профессиональной деятельности будущего специалиста требуется манипулирование компонентами среды, обладающими пространственными (например, 3D проектирование систем, 2D изображения), либо динамическими характеристиками (например, обработка видео, статический визуальный ряд сопровождения), то значимым представляется учет в отображении учебной информации данных ее свойств. Таким образом, визуальные компоненты информационно-образовательной среды вуза должны не только наглядно отражать учебную информацию, но и учитывать специфику выбранной сферы деятельности специалиста, формируя тем самым профессионально значимый опыт.

Кроме того, «информация» относится к субъективному образованию, то есть учебная информация не всегда однозначно понимается всеми субъектами образовательной деятельности. На нее оказывают влияние уровень образованности субъекта, индивидуальные особенности (предпочтения, например, в получении информации: визуальная, аудиальная, знаковая и др.), направление выбранной сферы деятельности (гуманитарное, техническое, естественнонаучное) и др. Для успешного освоения учебной информации значимы не только количественные, но и качественные характеристики ее отображения, ценность информации, своевременность, актуальность и др. О формировании опыта работы с информацией может говорить субъективное воспроизведение смысла ранее изученной учебной информации. Например, студент, опираясь на предшествующий опыт, делает определенное заключение, которое передает его субъективный взгляд на информацию, а не дословно воспроизводит ранее изученный материал.

Опираясь на обозначенные выше положения, выделим ведущие требования к

визуальным компонентам информационно-образовательной среды вуза:

- базируются на принципе наглядности и возможностях отражения информации современными информационными технологиями;

- разрабатываются на основе индивидуально ориентированного и профессионально значимого отображения информации компонентами образовательной среды;

- реализуются целенаправленно и комплексно в учебном процессе вуза для достижения, требуемого ФГОС опыта деятельности.

В рамках решения второй задачи определим критерии и показатели, позволяющие оценить эффективность образовательного процесса вуза на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды. Достижение опыта деятельности является слабо формализуемым объектом, для проверки которого применим метод групповых экспертных оценок В.С. Черепанова [7]. Применение данного метода позволяет получить обобщенное, коллективное мнение на отбор наиболее значимых критериев оценки сформированного опыта деятельности.

В качестве экспертов выступали преподаватели (62 чел.) информационных технологий вузов Республики Татарстан: Казани, Набережных Челнов, Арска, Буинска, Нижнекамска. Экспертам предложили критерии оценки образовательного процесса вуза на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды, из которых они должны были выделить наиболее значимые. По результатам экспертной оценки значимыми были признаны следующие критерии:

1. Умение структурировать и выделять связи в определенном фрагменте учебной информации (49 %).

2. Умение выделять основные и второстепенные детали в определенном фрагменте учебной информации (44 %).

3. Умение обобщать и отражать фрагмент учебной информации наглядно-образными или логико-символическими моделями (37 %).

Далее, для выделенных экспертами критериев требуется сформировать шкалу оценки обучения на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды вуза. Показатели эффективности образовательного процесса на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды оцениваются по «генетической структуре мастерства человека» (В.П. Беспалько) [10]:

1. Узнавание учебной информации при повторном ее восприятии.

2. Репродуктивное действие – применение для известного действия.

3. Продуктивное действие – построение основы для выполнения нового действия.

4. Творческое действие – деятельность, в которой добывается объективно новая информация.

Зафиксируем критерии, связанные с отображением компонентов визуальной учебной информации информационно-образовательной средой, и на их основе сформулируем показатели оценки формирования опыта работы. Данные показатели представлены в табл. 1.

Экспериментальная оценка обучения на основе выделенных компонентов информационно-образовательной среды проводилась в контрольной и экспериментальной группах специальности «Управление персоналом», социально-экономический факультет, Буинский филиал ЧОУ ВО «Академия социального образования». Поскольку социально-экономический факультет относится к гуманитарному направлению в отображении информации будут преобладать наглядно-образные компоненты среды (выбор из реально-абстрактных свойств). Кроме того, профессионально значимая информация специальности «управление персоналом» обладает свойствами статичности с отображением в формате 2D (пространственно-временные свойства).

В первую очередь был проведен констатирующий эксперимент, который должен был установить равный начальный уровень работы с визуальными компонентами информационно-образовательной среды в контрольной и экспериментальной группах. Для этого студентам было дано задание оформить по предложенному образцу презентацию одной из ранее изученных тем. В задании в качестве элементов структурирования учебной информации выступают слайды презентации, заголовки, подзаголовки, основной текст и рисунки (изображения, объекты SmartArt, таблицы, диаграммы, схемы, модели процессов или явлений и др.).

Результаты эксперимента позволили установить, что студенты обеих групп испытывают сложности с выделением основных идей, структурированием и отображением ранее изученной учебной информации. Например, в качестве визуальных компонентов студенты в основном использовали готовые изображения сети Интернет, заголовки и подзаголовки слайдов не всегда точно отображали суть представленной на слайде информации, текстовое сопровождение содержало значительное количество второстепенной информации.

Таблица 1

Шкала оценки формирования опыта работы с визуальными компонентами
информационно-образовательной среды вуза

№	Параметри- ческая шкала	Формирование опыта выделения основных и второстепенные детали учебной информации (УИ)	Формирование опыта структурирования и выделения связей в учебной информации (УИ)	Формирование опыта обобщения и отражения ее наглядно-образными или логико-символическими моделями
1	Низкий (узнавание)	Студент распознает, но затрудняется самостоя- тельно выделить основ- ные и второстепенные де- тали ранее изученной УИ	Студент распознает, но затрудняется само- стоятельно структури- ровать ранее изучен- ную УИ	Студент распознает, но за- трудняется самостоятельно обобщить и отразить ранее изученную УИ наглядно-об- разными или логико-симво- лическими моделями
2	Ниже среднего (репродуктив- ное действие)	Студент выделяет основ- ные и второстепенные детали в ранее изученной УИ	Студент структуриру- ет и выделяет связи в ранее изученной УИ	Студент может самостоя- тельно обобщить и отразить ранее изученную УИ нагляд- но-образными или логико- символическими моделями
3	Средний (продуктив- ное действие)	Студент выделяет основ- ные и второстепенные детали в новом фрагмен- те УИ, но затрудняется их обобщить и отразить с позиции исследуемой проблемы	Студент структури- рует и выделяет свя- зи в новом фрагменте УИ, но затрудняется их обобщить и отразить с позиции исследуемой проблемы	Студент может самостоя- тельно обобщить и отразить новый фрагмент УИ нагляд- но-образными или логико- символическими моделями, но затрудняется их обоб- щить и отразить с позиции исследуемой проблемы
4	Высокий (творческое действие)	Студент выделяет основ- ные и второстепенные де- тали в новом фрагменте УИ, может их обобщить и отразить с позиции ис- следуемой проблемы	Студент структуриру- ет и выделяет связи в новом фрагменте УИ, может их обобщить и отразить с позиции исследуемой проблемы	Студент может самостоя- тельно обобщить и отразить новый фрагмент УИ нагляд- но-образными или логико- символическими моделями, а также их обобщить и от- разить с позиции исследуе- мой проблемы

Кроме того, в работах часто встречались ошибки оформления, например, использование нескольких шрифтов на одном блоке информации; избыточное выделение цветом деталей информации; отсутствие корректной подписи рисунков и таблиц; анимация, мешающая восприятию информации на слайде, и др.

Таким образом, эксперимент позволил установить, что студенты контрольной и экспериментальной групп имеют схожий начальный опыт работы с визуальной учебной информацией. Утверждение получено с помощью критерия Пирсона – χ^2 . Далее следовал формирующий эксперимент, осуществляющийся на основе дисциплины «Информационная безопасность и защита информации» (блок Б2 – математический и естественнонаучный цикл).

В контрольной группе занятия осуществлялись традиционным образом. Лекции содержали общий теоретический материал, который включал в себя типовые таблицы, стандартные схемы и традиционные иллю-

стрированные изображения (не отражающие профессионально значимые свойства информации). Семинарские занятия включали элементы повторения лекционного материала, а также выполнение практических заданий, например на выбор правильного ответа из нескольких представленных вариантов.

Занятия экспериментальной группы проводились в том же объеме. На лекционных занятиях визуальные компоненты учебной информации преимущественно отражались наглядно-образными моделями, дополненной структурированной текстовой информацией на основе объектов 2D (Smart-Art, графов, диаграмм и др.), изложение информации строилось в контексте выбранной сферы деятельности. Практические занятия проводились на основе выделения основных деталей из массива учебной информации, ее обобщения и структурирования (за счет выделения прямых и обратных связей) и отображения визуальными компонентами в информационной среде вуза (создание цифрового опорного конспекта).

Контрольный эксперимент, завершающий дисциплину «Информационная безопасность и защита», проводился на основе пройденных тем дисциплины. Необходимо было подготовить в информационно-образовательной среде вуза опорный конспект, в котором отражаются основные смысловые детали изученной ранее информации, используя на усмотрение студента визуальные компоненты (наглядно-образные, логико-символические модели, таблицы, объекты SmartArt, графы, диаграммы и др.), помогающие раскрыть требуемый фрагмент учебной информации и служащие подсказкой при ответе на вопросы экзаменатора.

Формирование соответствующего опыта работы с информацией оценивается по полноте и качеству раскрытия темы с использованием опорного конспекта, кроме того, необходимо было ответить на ряд дополнительных вопросов, включая как информацию, входящую в конспект, так и контекстную информацию по дисциплине. В табл. 2 приведены сводные данные по формированию опыта работы с визуальными компонентами учебной информации по выделенным показателям в процентном соотношении на начало и по окончании эксперимента.

Диаграмма (рисунок) отражает сравнительные данные по формированию опыта работы с визуальными компонентами

информационно-образовательной среды в начале эксперимента и по окончании эксперимента, по выделенным показателям с разделением на контрольную и экспериментальную группы, приведенные в процентном соотношении.

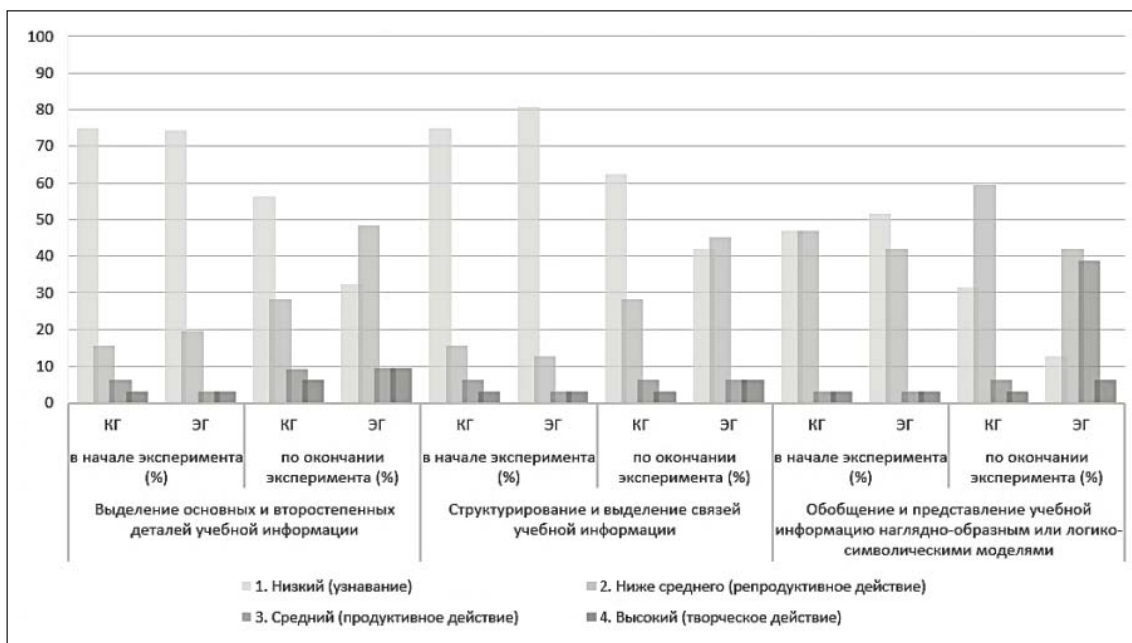
Для подтверждения статистически значимых различий полученных данных на начало и конец эксперимента для контрольной и экспериментальной групп вычислялось значение $\chi^2_{\text{эмпр.}}$ по обозначенным выше параметрам. Эмпирические значения критерия $\chi^2_{\text{эмпр.}}$ формирования опыта работы с визуальными компонентами информационно-образовательной среды показаны в табл. 3.

В таблице представлены данные по критерию $\chi^2(\alpha = 0,05)$ с тремя степенями свободы, для которого табличное значение равно $\chi^2_{0,05} = 7,82$. Как мы видим из представленной таблицы, в контрольной группе по выделенным показателям формирования опыта по окончании эксперимента статистически значимых различий получено не было, так как $\chi^2_{\text{эмпр.}} < \chi^2_{0,05}$ ($2,53 < 7,82$; $1,51 < 7,82$; $1,8 < 7,82$). При этом в экспериментальной группе по выделенным показателям формирования опыта по окончании эксперимента и были зафиксированы статистически значимые различия $\chi^2_{\text{эмпр.}} > \chi^2_{0,05}$ ($10,98 > 7,82$; $10,01 > 7,82$; $16,84 > 7,82$). Достоверность исследования составляла 0,95.

Таблица 2

Сводная информация о количестве студентов, достигших определенного опыта работы с визуальными компонентами информационно-образовательной среды

№	Параметрическая шкала	Выделение основных и второстепенных деталей учебной информации				Структурирование и выделение связей учебной информации				Обобщение и представление учебной информации наглядно-образными или логико-символическими моделями			
		в начале эксперимента (%)		по окончании эксперимента (%)		в начале эксперимента (%)		по окончании эксперимента (%)		в начале эксперимента (%)		по окончании эксперимента (%)	
		КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
1.	Низкий (узнавание)	75	74,2	56,3	32,3	75	80,6	62,5	41,9	46,9	51,6	31,3	12,9
2.	Ниже среднего (репродуктивное действие)	15,6	19,4	28,1	48,4	15,6	12,9	28,1	45,2	46,9	41,9	59,4	41,9
3.	Средний (продуктивное действие)	6,3	3,2	9,4	9,7	6,3	3,2	6,3	6,5	3,1	3,2	6,3	38,7
4.	Высокий (творческое действие)	3,1	3,2	6,3	9,7	3,1	3,2	3,1	6,5	3,1	3,2	3,1	6,5



*Сравнительные данные формирования опыта работы
с визуальными компонентами информационно-образовательной среды вуза*

Таблица 3

Эмпирические значения критерия $\chi^2_{\text{эмпир.}}$
по соответствующим показателям формирования опыта работы
с визуальными компонентами информационно-образовательной среды

№	Параметры формирования опыта работы с визуальными компонентами информационно-образовательной среды	$\chi^2_{\text{эмпир.}}$ в начале эксперимента	$\chi^2_{\text{эмпир.}}$ по окончании эксперимента	
			КГ	ЭГ
1	Показатели формирования опыта выделения основных и второстепенных деталей учебной информации	0,43	2,53	10,98
2	Показатели формирования опыта структурирования и выделения связей учебной информации	0,45	1,51	10,01
3	Показатели формирования опыта обобщения и представления учебной информации наглядно-образными или логико-символическими моделями	0,16	1,80	16,84

Таким образом, студенты экспериментальной группы значительно лучше справились с поставленным заданием, они смогли адекватно подойти к отражению учебной информации визуальными компонентами информационно-образовательной среды. Кроме того, студенты лучше справились с устным воспроизведением учебной информации по выполненному конспекту, а также с ответами на дополнительные вопросы экзаменатора. Отмечено было, что при воспроизведении учебной информации студенты активно использовали словосочетания, которые отражали субъ-

ективный смысл учебной информации, говорящий о формировании определенного опыта деятельности. Так на просьбу привести примеры непосредственных угроз информационной безопасности персонала студенты говорили об отсутствии систематической проверки переносных носителей информации (съёмные диски, флэш карты и др.), так как считается, что их надо проверять только время от времени. Кроме того, студенты экспериментальной группы стремились в конспекте ранжировать учебную информацию, выделяя ее цветом, формой, расположением на плоскости и др.

Студенты контрольной группы затратили на выполнение задания больше времени (на 28 %), были выявлены сложности с выделением основных компонентов учебной информации и определением связей между ними, опорный конспект представлял собой визуальный ряд, иллюстрированный тематическими изображениями, не отражающими внутреннюю структуру информации. Устное воспроизведение учебной информации по выполненному конспекту, а также ответы на дополнительные вопросы экзаменатора часто содержали словосочетания, которые дословно передавали лекционный или практический материал, субъективное отношение к учебной информации практически отсутствовало (что может говорить о простом заучивании блока информации). На просьбу привести примеры непосредственных угроз информационной безопасности персонала студенты отвечали: ошибки пользователей, программистов, архивной службы (что является объективно правильным ответом, но не отражает субъективного понимания сути информации).

Итак, экспериментальная реализация обучения на основе визуальных компонентов информационно-образовательной среды позволила установить, что в процессе обучения осуществляется успешное формирование опыта работы с профессионально ориентированной информацией. Студенты при этом показывают большую активность и заинтересованность как в процессе, так и в результатах обучения. Таким образом, систематическая работа с визуальными компонентами информационно-образовательной среды, обладающей характеристиками преемственности и профессиональной направленности, позволяет формировать

опыт деятельности, в том числе с информацией выбранной сферы.

Список литературы

1. Торкунова Ю.В., Коростелева Д.М., Кривоногова А.Е. Формирование цифровых навыков в электронной информационно-образовательной среде с использованием нейросетевых технологий // Современное педагогическое образование. 2020. № 5. С. 107–110.
2. Кирилова Г.И., Грунис М.Л., Галимова Э.Г., Карденас О.Г. Динамика управления развитием информационной среды образовательных организаций в условиях компетентного подхода // Казанский педагогический журнал. 2018. № 6 (131). С. 31–36.
3. Каюмова Л.Р., Закирова В.Г., Власова В.К. Мониторинг образовательных рисков в информационной среде // Высшее образование сегодня. 2019. № 2. С. 25–30.
4. Куценко С.М., Косулин В.В. Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 4 (36). С. 127–134.
5. Торкунова Ю.В., Упшинская А.Е. Формирование научно-исследовательской компетентности магистров // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25888> (дата обращения: 08.03.2021).
6. Кирилова Г.И. Принципы информационно-средового подхода к модернизации профессионального образования // Казанский педагогический журнал. 2018. № 8. С. 54.
7. Шорина Т.В. Педагогическая технология визуализации учебной информации в высшей школе: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2017. 181 с.
8. Шорина Т.В., Кирилова Г.И. Динамические аспекты развития визуальных компонентов информационно-образовательной среды профессиональной школы // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16359> (дата обращения: 28.03.2022).
9. Шорина Т.В. Обоснование визуального компонента информационных образовательных ресурсов высшего образования // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30720> (дата обращения: 28.04.2022).
10. Беспалько В.П. Качество образования и качество обучения // Народное образование. 2017. № 3–4 (1461). С. 105–113.

УДК 796.886

КОРРЕКЦИЯ ТЕХНИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКОГО УПРАЖНЕНИЯ «ТОЛЧОК КЛАССИЧЕСКИЙ»

Шульгин Г.Е., Андреянова Е.М.

*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», Малаховка,
e-mail: feoxt@yandex.ru, andreyanovaekaterina@yandex.ru*

Статья посвящена коррекции техники тяжелоатлетического упражнения «толчок классический» на основе учета биомеханических параметров. Для их регистрации применялся специальный технический комплекс, сформированный на базе лаборатории кафедры биомеханики и информационных технологий Московской государственной академии физической культуры, включающий в себя тензодинамометрическую платформу, гониометр, усилитель, аналогово-цифровой преобразователь, видеокамеру и компьютер со специальным программным обеспечением. С помощью сформированного технического комплекса мы осуществляли оценку и коррекцию техники выполнения соревновательного упражнения «толчок классический» в тяжелой атлетике на основе учета регистрируемых биомеханических параметров. При регистрации биомеханических показателей в исследуемом нами упражнении мы акцентировали своё внимание на следующих фазах: «момент отделения штанги от помоста», «предварительный разгон», «финальный разгон», «безопорный подсед», «опорный подсед», «полуподсед при активном торможении», «выталкивание», так как именно в этих фазах возможно проводить коррекцию техники спортивного упражнения. Также в результате наших исследований найдены взаимосвязи между показателями тензодинамометрии и гониометрии. Выявлена пара биомеханических показателей (угол сгибания коленного сустава и вертикальная составляющая реакция опоры), имеющая высокий коэффициент корреляции (0,79–0,76 по абсолютному значению, в зависимости от относительного веса отягощения). Это позволило нам выбрать наиболее целесообразные биомеханические показатели для коррекции техники изучаемого упражнения. Для оценки эффективности применения коррекции техники двигательных действий, а также уместности включения в тренировочный процесс разработанного нами технического комплекса мы учитывали показатели результатов соревнований испытуемых. В ходе наших научных изысканий было установлено, что средний прирост веса снаряда в выполненном контрольном упражнении в экспериментальной группе был выше, чем в контрольной, на 2,9%.

Ключевые слова: тяжелая атлетика, толчок классический, биомеханические параметры, коррекция техники двигательных действий, специальный технический комплекс, тензодинамометрическая платформа, гониометр

CORRECTION OF THE TECHNIQUE OF MOTIONAL ACTION ON THE EXAMPLE OF WEIGHTLIFTING EXERCISE “CLEAN AND JERK”

Shulgin G.E., Andreyanova E.M.

*Moscow State Academy of Physical Education, Malakhovka,
e-mail: feoxt@yandex.ru, andreyanovaekaterina@yandex.ru*

Article is about correction of the technique of weightlifting «clean and jerk» exercise which is based on biomechanical parameters. Special technical complex was used for its registration which was formed at the laboratory of the chair of biomechanics and information technology of Moscow State Academy of Physical Education, which includes tensodynamometric platform, goniometer, amplifier, analog-digital converter, video camera and computer with special software. With the help of the formed technical complex, we carried out the assessment and correction of «clean and jerk» weightlifting technique based on registered biomechanical parameters. During registration of biomechanical indicators in clean and jerk we were focusing on next phases: «the moment of separation of the barbell from the platform», «preliminary racing», «final racing», «off-balance jump», «squat», «half squat with active braking», «expulsion», because only during these phases correction of clean and jerk technique is possible. Also, interrelation between indicators of tensodynamometry and goniometry were found as a result of our research. A couple of biomechanical indicators found out (knee flexion angle and vertical component of the support reaction) which has high correlation coefficient (0,79-0,76 by absolute value, depending on the relative weight of the burden). This has allowed us to choose the most rational biomechanical indicators for correction of technique of clean and jerk. We took into account the results of the completion of subjects for the assessment of application efficiency of the correction of the technique of motional actions, and also appropriateness of inclusion in the training process that technical process developed by us. It was found during our scientific research that the average increase of the weight of the projectile in the performed control exercise in the experimental group was higher than in the control group by 2,9%.

Keywords: weightlifting, clean and jerk, biomechanical parameters, correction of the technique of motional actions, special technical complex, tensodynamometric platform, goniometer

Показываемые тяжелоатлетами высокие спортивные достижения на соревнованиях требуют от спортсменов постоянного повышения результативности. Этого можно добиться различными способами, в том числе за счет роста технического мастерства

занимающихся. Для этого своевременным решением может послужить улучшение параметров двигательных действий занимающихся с помощью поисков новых путей решения поставленной задачи. Таким путем решения данной задачи, наиболее

простым и действенным, может быть повышение технического мастерства занимающихся с помощью коррекции техники спортивных упражнений на основе учета биомеханических параметров. На сегодняшний день для анализа биомеханических особенностей выполняемого упражнения существует большое количество технических средств, устройств, комплексов, применяемых в спортивной практике. Однако использование таких технических решений не всегда бывает эффективным. Это может быть обусловлено тем, что одним из главных факторов при построении тренировочного процесса является информация, получаемая при использовании технических средств. Такая информация не всегда представляется значимой, своевременной, минимальной, но в то же время достаточной для принятия конкретного решения по возможной коррекции техники [1]. В настоящее время существует большой арсенал технических средств, которые могут позволить наиболее успешно оценивать, корректировать и формировать технические действия спортивной подготовки у атлетов [2–4]. Однако вопрос разработок методик работы на оборудовании, позволяющем регистрировать показатели двигательной деятельности спортсменов и в последующем развивать технический потенциал, остается недостаточно проработанным. Например, может отсутствовать адаптация методики к реальным тренировочным условиям, что является проблемой в различных видах спорта, в том числе в тяжелой атлетике. Следовательно, на сегодняшний день направление по разработке современных технических комплексов и методик работы на них является актуальным и своевременным. В частности, направление по изучению биомеханических показателей на специальном оборудовании для последующей коррекции возможных ошибок, которое хоть и насчитывает большое количество технических средств, однако они не имеют достаточно широкого распространения и применения, что также подтверждает актуальность данного исследования.

Цель исследования – повышение эффективности технической подготовки тяжелоатлетов на основе учета и коррекции биомеханических параметров толчка классического.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы: лабораторный эксперимент; педагогический эксперимент; анализ протоколов соревнований; статистическая обработка полученных результатов.

Наше исследование проводилось на базе двух кафедр Московской государственной академии физической культуры: 1) теории и методики спортивных единоборств и тяжелой атлетики; 2) биомеханики и информационных технологий – и на базе Муниципального учреждения «Спортивная школа олимпийского резерва» г. Люберцы.

В эксперименте приняли участие 35 чел. в возрасте от 18 лет до 21 года, имеющих спортивную квалификацию от первого взрослого разряда до мастера спорта Российской Федерации, выступающие в весовых категориях 81, 89, 96 кг. Было сформировано две группы: экспериментальная группа (далее ЭГ) – 17 чел.; контрольная группа (далее КГ) – 18 чел.

Результаты исследования и их обсуждение

Лабораторный эксперимент проводился с целью выявления информативных биомеханических показателей техники толчка классического, которые в дальнейшем могли бы применять тренеры для возможной коррекции во время тренировочного процесса. Для регистрации биомеханических параметров толчка классического применялся сформированный нами технический комплекс, состоящий из тензодинамометрической платформы, гониометра, усилителя, аналогово-цифрового преобразователя, видеокамеры и компьютера со специальным программным обеспечением.

При регистрации биомеханических показателей в исследуемом нами упражнении мы акцентировали своё внимание на следующих фазах: «момент отделения штанги от помоста», «предварительный разгон», «финальный разгон», «безопорный подсед», «опорный подсед», «полуподсед при активном торможении», «выталкивание» [5–7]. Выбор этих фаз обусловлен тем, что эти фазы являются ключевыми, по мнению ряда авторов [5, 6, 8].

Для оценки биомеханических показателей техники упражнения «толчок классический» испытуемый выполнял упражнение на разработанном нами техническом комплексе. С помощью сформированного нами технического комплекса регистрировались углы сгибания в коленных суставах. Для этого испытуемым крепили электрогониометры на обе ноги. Также регистрировалось давление на опору системы «атлет – штанга» с помощью тензодинамометрической платформы. Для реализации данной задачи испытуемого просили выполнять контрольное упражнение непосредственно на платформе. Исследуемое упражнение выполнялось по команде оператора, при этом запускалась регистрация биомеханических показателей.

По ходу выполнения двигательных действий информация с датчиков передавалась на компьютер в разработанную нами программу в среде LabView, а затем выводилась на экране монитора в удобном для тренера и спортсмена виде (графическом и числовом) (рис. 1). Это давало возможность проводить последующую обработку полученных данных, в том числе и онлайн. На основании получаемых материалов тренеры, при необходимости, принимали решение о коррекции техники спортивных упражнений. Если тренер принимал решение о внесении поправок в технику на основании полученных данных, испытуемому предлагалось повторно выполнить упражнение на применяемом техническом комплексе. После чего тренер, а при необходимости специалист, вновь проводил оценку техники выполнения упражнения и делались дальнейшие выводы.

В проводимом нами лабораторном эксперименте приняли участие испытуемые как экспериментальной, так и контрольной групп. С помощью сформированного технического комплекса до и после педагогического эксперимента мы оценивали технику двигательных действий в обеих указанных выше группах. Необходимо отметить, что данные исследуемых нами биомеханических показателей до педагогического эксперимента в обеих группах были приблизительно одинаковы.

Полученные нами данные в результате лабораторного эксперимента были использованы для выявления информативных показателей техники упражнения «толчок классический». Для этого использовался метод

корреляционных плеяд. Устанавливались взаимосвязи между биомеханическими показателями, полученными с помощью специального технического комплекса. В данном исследовании учитывались параметры тензодинамометрии и гониометрии, в указанных выше фазах. Проведенный корреляционный анализ показал среднюю и сильную статистическую взаимосвязь по абсолютным значениям между всеми показателями, при выполнении толчка классического с различным отягощением (75, 80, 85 % от лучшего результата). Интенсивность отягощений в 75, 80 и 85 % обусловлена тем, что спортсмены в подготовительном периоде выполняют работу именно с таким весом снаряда от максимально показанного результата. Полученные значения взаимосвязей изучаемых биомеханических параметров упражнения «толчок классический» представлены в табл. 1.

Показатели корреляции характеризуются прямой и обратной связью. При увеличении веса отягощения корреляция имеет тенденцию к снижению.

Нами также выяснена пара биомеханических показателей (угол сгибания коленного сустава и вертикальная составляющая реакции опоры), имеющая высокий коэффициент корреляции (0,79–0,76 по абсолютному значению, в зависимости от веса отягощения). Таким образом, данная пара показателей является наиболее информативной (в нашей выборке). Следовательно, коррекцию техники двигательных действий целесообразно проводить на основе полученных данных этой информативной пары биомеханических показателей.

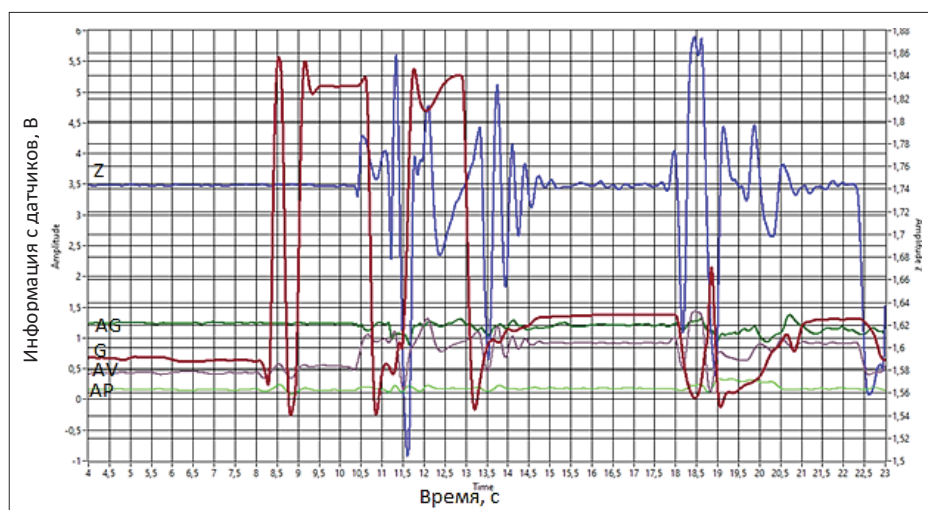


Рис. 1. Информация о ходе выполнения упражнения толчок классический (в графическом виде, G – угол в коленном суставе; Z – вертикальная составляющая усилия; AP – горизонтальная составляющая усилия; AG – горизонтальная составляющая ускорения; AV – вертикальная составляющая ускорения)

Таблица 1

Значения коэффициента корреляции между биомеханическими показателями выполняемого упражнения «толчок классический» с разной интенсивностью отягощений

Вес снаряда	Взаимосвязи биомеханических показателей		
	Вертикальная составляющая реакции опоры – угол сгибания коленного сустава	Горизонтальная составляющая реакции опоры – угол сгибания коленного сустава	Вертикальная составляющая реакции опоры – горизонтальная составляющая реакции опоры
75 % от лучшего результата	-0,79	-0,72	0,77
80 % от лучшего результата	-0,77	-0,70	0,77
85 % от лучшего результата	-0,76	-0,64	0,75

Данная идея была реализована для коррекции техники в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента. Также мы предположили, что сведения, зарегистрированные с помощью технического комплекса в процессе лабораторного эксперимента, могут характеризовать как техническую подготовленность спортсмена, так и его готовность к соревнованиям.

Особенность педагогического эксперимента заключалась в том, что контрольная группа тренировалась по общепринятой методике. А в тренировочном процессе экспериментальной группы, во время занятий, направленных на совершенствование техники соревновательных упражнений, использовался описанный выше комплекс, с помощью которого анализировали и корректировали технику упражнения «толчок классический» на основе получаемых биомеханических параметров, в том числе с учётом выявленной нами пары информативных показателей. Для определения физической подготовленности спортсменов экспериментальной и контрольной групп применялась батарея двигательных тестов: сгибание и разгибание рук на высокой перекладине, сгибание и разгибание рук из виса на низкой перекладине, сгибание и разгибание рук в упоре лежа, прыжок в длину с места отталкиванием двумя ногами, сгибание и разгибание рук в упоре на параллельных брусьях, сгибание и разгибание рук обратным хватом от скамьи. По результатам педагогического тестирования в большинстве тестов не отмечались достоверные различия ($p < 0,05$) между экспериментальной и контрольной группами. Достоверные различия не наблюдались в тестах сгибание и разгибание рук на высокой перекладине, сгибание и разгибание рук в упоре лежа, сгибание и разгибание рук в упоре на параллельных брусьях, сгибание и разгибание рук обратным хватом

от скамьи ($p > 0,05$). Возможно, это обусловлено тем, что включение в тренировочный процесс сформированного нами технического комплекса не влияет на физическую подготовленность спортсменов. Только в тесте прыжок в длину с места отталкиванием двумя ногами наблюдались достоверные различия ($p < 0,05$). Показатели в экспериментальной группе были выше, чем в контрольной. Не исключено, что на это могла повлиять работа на техническом комплексе, т.е. результат был увеличен не за счет развития физических качеств, а за счет совершенствования техники.

Стоит отметить, что главным критерием оценки успешности подготовленности спортсменов являются показатели соревновательной деятельности. Нас же, в свою очередь, интересовало соревновательное упражнение «толчок классический». С помощью специального технического комплекса анализировалась техника выполнения данного упражнения, а при необходимости, как описывалось выше, тренер на основе получаемой информации вносил поправки в технику выполняемого упражнения. А затем с помощью этого же комплекса тренер снова проверял параметры техники в экспериментальной группе.

Для оценки эффективности применения специально сформированного нами технического комплекса мы учитывали результаты соревнований, в которых участвовали спортсмены обеих групп до и после педагогического эксперимента. Судя по протоколам соревнований, которые проводились до педагогического эксперимента, показатели исследуемого нами упражнения «толчок классический» контрольной и экспериментальной групп были приблизительно равны ($p > 0,05$): в ЭГ среднее значение было 131 кг, а в КГ – 129,7 кг. Исследуя протоколы соревнования, проведенного после педагогическо-

го эксперимента, мы увидели, что в обеих группах наблюдался прирост веса поднимаемого снаряда, но достоверности различий между группами в показателях толчка классического на данных соревнованиях не наблюдалось ($p > 0,05$): в ЭГ среднее значение было 137 кг, а в КГ – 131,9 кг (табл. 2, рис. 2). Однако средний прирост веса в выполненном контрольном упражнении в эксперименталь-

ной группе был выше, чем в контрольной, 4,6% и 1,7% соответственно, по сравнению с первыми соревнованиями. То, что различия между группами были недостоверными, может быть обусловлено небольшим объемом выборок, а также тем, что за столь короткий срок тренировок (5 месяцев) квалифицированные тяжелоатлеты не успевают значительно увеличить результат.

Таблица 2

Изменение результатов в упражнении «толчок классический», в кг, $\bar{x} \pm \sigma$

Группа	До эксперимента	После эксперимента	p
Экспериментальная (n = 10)	131 $\pm$ 14,64	137 $\pm$ 13,98	< 0,05
Контрольная (n = 10)	129,7 $\pm$ 12,42	131,9 $\pm$ 12,03	< 0,05
Различия между группами после эксперимента			> 0,05

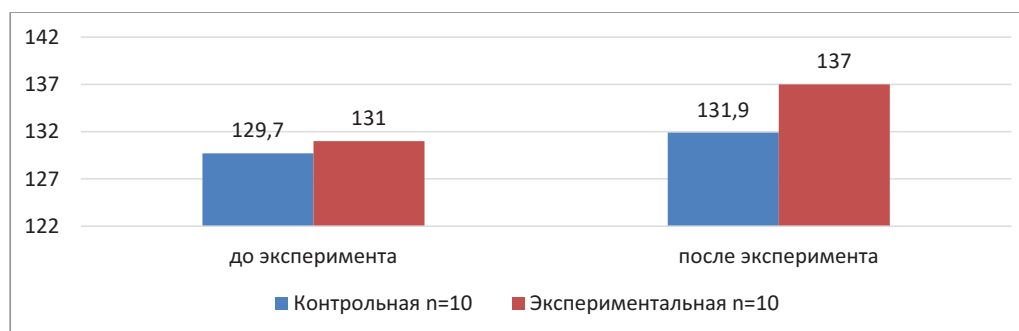


Рис. 2. Динамика средних значений веса штанги в упражнении «толчок классический» у спортсменов экспериментальной и контрольной групп на контрольных соревнованиях, кг

Заключение

Учитывая вышеизложенное, мы предполагаем, что применение технического комплекса в тренировочном процессе тяжелоатлетов позволяет улучшить показатели техники путем её коррекции. А как следствие, может увеличиваться поднимаемый вес снаряда в соревновательном упражнении «толчок классический». На сегодняшний день можно констатировать, что именно за счет коррекции и совершенствования техники с помощью аппаратного комплекса, используемого нами, можно увеличить соревновательные показатели, в том числе в упражнении «толчок классический». Следовательно, используемый нами технический комплекс помогает повысить эффективность тренировочного процесса тяжелоатлетов.

Список литературы

1. Шульгин Г.Е., Фураев А.Н. Взаимосвязи некоторых биомеханических параметров рывка гири // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 8 (162). С. 217–222.

2. Зухов А.С., Стрельников С.П. Анализ выполнения толчка гири с использованием тензометрической платформы // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 9. С. 182–187.

3. Рафалович А.Б., Хасин Л.А. Анализ пространственно-временных характеристик толчка штанги от груди тяжелоатлетов высокой квалификации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 7 (185). С. 325–332.

4. Фураев А.Н. Оперативное регулирование тренировочного процесса тяжелоатлетов с использованием автоматизированной системы контроля биомеханических параметров: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Малаховка, 1988. 23 с.

5. Андреянова Е.М., Терзи К.Г. Фазовая структура основных действий при подъеме штанги от груди способом «толчок» на примере спортсменки высокой квалификации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 4 (182). С. 25–31.

6. Воробьев А.Н. Тяжелая атлетика: учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1988. 185 с.

7. Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: методика подготовки юного тяжелоатлета: учебное пособие для вузов, 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2017. 375 с.

8. Жеков И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 2015. 192 с.

УДК 796:376

РАЗВИТИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН (НА ПРИМЕРЕ ФУТБОЛЬНОЙ ШКОЛЫ «ГОЛАСО»)

Яруллин Р.А., Рыбасова Ю.Ю., Утеева Э.Н.*ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Казань, e-mail: umo@kazangmu.ru*

В статье рассмотрены вопросы развития физической культуры и спорта для детей с ограниченными возможностями здоровья. Практика показывает, что одна из важных задач современности заключается в том, чтобы каждый имел возможность трудиться и учиться. Человек должен себя чувствовать комфортно в любых обстоятельствах, не должно быть никакой дискриминации. Только гуманность способна создать гармонические отношения между здоровыми и имеющими ограниченные возможности людьми. В современных условиях нашего общества все более уделяется внимание детям с ОВЗ. Ученые, тренеры-педагоги, считают, что важно создавать среду для детей с ОВЗ и дать им возможность понять, что они нужны обществу, не ограничивать их свободу личности и не нарушать права. На примере детской спортивной футбольной школы «Голасо» г. Казани Республики Татарстан продемонстрирован пример заботы и желания начать совершенствовать работу с детьми с ОВЗ. Особенностью таких учебно-образовательных учреждений является направленность на развитие и укрепление физической и духовной составляющей здоровья детей и подростков, имеющих ограничения. Предложены рекомендации по улучшению качества деятельности педагогов, тренеров и родителей по модернизации условий социальной адаптации и вхождения детей с ОВЗ в здоровый социум.

Ключевые слова: спорт, детская спортивная футбольная школа «Голасо», адаптация, дети с ОВЗ, футбол

DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN (ON THE EXAMPLE OF THE GOLASO FOOTBALL SCHOOL)

Yarullin R.A., Rybasova Yu.Yu., Uteeva E.N.*Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Kazan, e-mail: umo@kazangmu.ru*

In the article the authors consider the development of physical education and sports for children with disabilities. Practice shows that one of the important tasks of our time is for everyone to have the opportunity to work and learn. A person should feel comfortable in all circumstances, there should be no discrimination. Only humane relations can create a harmonious relationship between healthy people and those with disabilities. In modern conditions of our society more and more attention is paid to children with disabilities. Scientists, coaches – teachers believe that it is important to create an environment for children with disabilities and give them an opportunity to understand that they are needed by society, not to limit their personal freedom and not to violate their rights. The example of children's soccer school "Golaso" in Kazan, Republic of Tatarstan shows an example of care and desire to start improving work with children with disabilities. The feature of such educational and training institutions is to develop and strengthen the physical and spiritual health of children and teenagers with limitations. Recommendations for improving the quality of teachers, coaches and parents to modernize the conditions of social adaptation and the inclusion of children with disabilities in a healthy society are offered.

Keywords: sport, children's sports football school "Golaso", adaptation, children with disabilities, football

В рамках современной государственной политики физической культуре и спорту в Российской Федерации уделяется большое внимание. Развиваются новые направления физкультурно-оздоровительного развития детей с ОВЗ, благодаря чему происходит социальная адаптация и интеграция детей с ОВЗ в современное общество и улучшается их физическое и психологическое развитие [1].

В современных федеральных государственных образовательных стандартах образования для детей и подростков с ОВЗ большое значение придается физическому воспитанию, развитию, участию в спортивных соревнованиях и играх. Создается благоприятная среда для понимания того, что каждый имеет право на участие в жизни общества и на самоопределение.

Изученные нами источники свидетельствуют о том, что наиважнейшими задачами реализации адаптивной физической культуры являются:

- формирование установки на сохранение и укрепление здоровья;
- навыки здорового и безопасного образа жизни;
- воспитание интереса к физической культуре и спорту;
- формирование потребности в систематических физических занятиях;
- совершенствование двигательных качеств;
- коррекция недостатков познавательной сферы;
- развитие и совершенствование волевой сферы;

– воспитание нравственных качеств и свойств личности и развитие восприятия собственного тела, своих возможностей.

Мы уверены в том, что регулярные занятия физической культурой и спортом способствуют укреплению физических и силовых способностей детей с ОВЗ. Оздоровление организма ребенка улучшает систему кровообращения, опорно-двигательную систему, сердечно-сосудистую систему, дыхательную систему.

Также занятия физической культурой и спортом влияют на формирование благоприятного психологического состояния ребенка с ОВЗ и формируют силовые качества и способности [2, с. 53].

Цель исследования – изучить вопросы развития физической культуры и спорта для детей, имеющих ограниченные возможности здоровья, на примере футбольной школы «Голасо».

Материалы и методы исследования

Изученные нами источники свидетельствуют о том, что, занимаясь физической культурой и спортом, ребенок с ОВЗ начинает чувствовать свою полезность для общества и социальную защищенность. Необходимо совершенствовать образовательные программы, вовлекая детей с ОВЗ в сферу физической культуры и спорта [3, с. 170].

Проанализированный нами материал говорит о том, что всего в Республике Татарстан для обучения и воспитания детей с ОВЗ работает 31 школа-интернат. В этих школах на 2021–2022 учебный год обучается 3500 детей [4].

Нам известно, что некоторые дети с ОВЗ обучаются по домашней системе обучения. А для детей, обучающихся в специализированных учебных заведениях, в основном вместо урока физической культуры проводится курс лечебной физической культуры. Поэтому в обществе сложилось мнение, что инвалиды, а также дети с ограниченными возможностями здоровья являются физически неразвитыми и больными людьми. Считается, что детям с ОВЗ противопоказаны занятия физической культурой и спортом, хотя в последние годы такая тенденция начинает меняться [5, с. 306].

Спорт является одним из важнейших средств эффективной реабилитации ребенка с ОВЗ. Он позволяет не только улучшить физическое и психическое состояние несовершеннолетних с ОВЗ, но также дает шанс данной категории детей попасть в спорт высших достижений [6, с. 87].

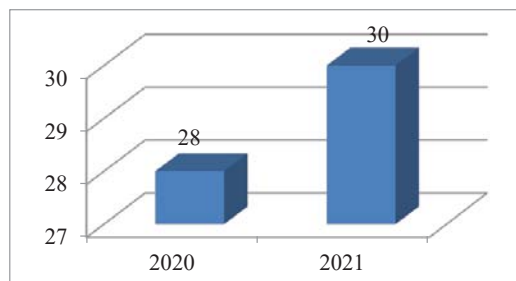
Результаты исследования и их обсуждение

В 2019 г. на базе детской спортивной школы «Голасо» в г. Казани Республики Татарстан начал свою работу уникальный проект по физической и психологической реабилитации детей с ОВЗ. В рамках данного проекта многие дети с ОВЗ имеют возможность заниматься футболом и для своего физического и психологического развития. Данный проект позволяет детям с ОВЗ эффективно интегрироваться в социальную среду.

Футбол является популярным видом спорта во всем мире, а также в нашей стране. Многие мальчики мечтают играть в футбол [7, с. 335]. В 2018 г. в нашей стране прошел чемпионат мира по футболу. Это мероприятие сподвигло тренеров по футболу начать заниматься как с мальчиками, так и с девочками.

Уже сегодня в каждом дворе в нашей стране есть футбольная площадка, на которой увлеченно играют в футбол дети. Дети с ОВЗ не являются исключением, они также любят этот вид спорта и им также хочется научиться играть в футбол [8, с. 99].

В детской спортивной футбольной школе «Голасо» г. Казани Республики Татарстан футболом занимаются 30 детей с ОВЗ, у которых проблемы с нарушениями слуха, опорно-двигательного аппарата, зрения (рисунок).



Количество детей с ограниченными возможностями здоровья, занимающихся в футбольной школе «Голасо», чел.

Возраст детей составляет 8–16 лет. С каждым годом численность детей с ОВЗ, занимающихся в детской спортивной футбольной школе «Голасо», увеличивается. Например, на начало 2021 г. в детской спортивной футбольной школе «Голасо» занималось 28 детей, к концу 2021 г. их численность составила 30 чел.

Занятия в детской спортивной футбольной школе «Голасо» проводятся два раза в неделю. При этом детская спортивная футбольная школа «Голасо» обеспечивает детей всей необходимой экипировкой

и инвентарем. Такая экипировка для занятия футболом детьми с ОВЗ обходится примерно в восемь тысяч рублей на одного ребенка. Дети с ОВЗ занимаются в детской спортивной футбольной школе «Голасо» бесплатно, тогда как для здоровых детей стоимость занятия в клубе в месяц составляет четыре тысячи рублей.

Занятия футболом у детей с ОВЗ улучшают психофизическое состояние, развивают силовые качества и выносливость, укрепляют сердечно-сосудистую систему. С помощью интенсивных физических нагрузок при занятии футболом сердце быстро адаптируется к физическим нагрузкам и улучшается кровообращение [9, с. 98].

Тренировки по футболу позволяют развиваться легочной системе, мышцам бедра и голени, икроножным мышцам. Все это способствует быстрой реабилитации детей с ограниченными возможностями здоровья. Благодаря тому, что при футбольной деятельности мышечная масса тела находится в постоянном тонусе, у детей с ограниченными возможностями здоровья улучшается координация движений, психоэмоциональное состояние.

Также благодаря тому, что футбол – это очень динамичная игра, в которой необходимо следить за направлением движения мяча и вовремя реагировать на подачи мяча, происходит тренировка сообразительности и формирование скорости реакции у детей с ОВЗ [10, с. 16].

Мы уверены в том, что физическая культура и спорт способствуют скорейшей и эффективной реабилитации детей с ОВЗ, а также их вхождению в современное общество. Дети с ОВЗ приобретают уверенность в себе, у них формируется чувство полезности для окружающего их общества, улучшается психоэмоциональное состояние.

Футбольная школа «Голасо» на основе принципа социального партнерства сотрудничает с социальными учреждениями г. Казани. Поэтому основным источником информации о деятельности клуба для родителей детей с ОВЗ являются специалисты учреждений социального обслуживания на-

селения. Также информация о деятельности футбольного клуба «Голасо» представлена на официальном сайте <https://fcgolaso.ru/> и в соцсети «ВКонтакте» https://vk.com/golaso_kazan.

Одним из важных факторов является взаимодействие с родителями. До родителей необходимо доводить информацию о возможностях детей с ОВЗ, обсуждать возникающие проблемы, приглашать их на открытые занятия, давать рекомендации по отношению к занятиям с детьми дома, тактично обсуждать их влияние на детей (говорить об их поощрении, поддержке активности и самостоятельности).

В спортивной футбольной школе «Голасо» с детьми с ОВЗ занимаются профессиональные тренеры, имеющие большой опыт работы в сфере реабилитации и абилитации людей с ОВЗ. Также в работе с несовершеннолетними с ОВЗ задействованы спортивный врач, работающий в клубе, и другие специалисты. В таблице представлена динамика сотрудников футбольной школы «Голасо» за 2020–2021 гг. по уровню образования.

Из таблицы видно, что за 2020–2021 гг. уровень образования сотрудников футбольной школы «Голасо» не изменился, за исключением увольнения одного сотрудника со средним профессиональным образованием. Высшее образование имеют 37 сотрудников, что является положительным моментом в деятельности школы.

Для того чтобы оценить эффективность реабилитации и абилитации детей с ОВЗ в спортивной футбольной школе «Голасо», нами был проведен опрос сотрудников клуба, непосредственно задействованных в работе с данной категорией детей.

Участвующие в опросе интервьюированные отметили такие трудности в работе с детьми с ОВЗ, как повышенная тревожность у детей, проявляющаяся в том, что дети очень болезненно реагируют на тон голоса тренера. Также к трудностям отнесли и то, что у детей с ОВЗ представления об окружающем мире ограничены, они быстро утомляются, многие из них слишком возбудимы, раздражительны и даже упрямы.

Состав сотрудников футбольной школы «Голасо» за 2020–2021 гг. по уровню образования, чел.

Показатели	2020 г.	2021 г.	Отклонение (+,–)
Высшее образование	37	37	–
Среднее профессиональное образование	25	24	– 1
Среднее образование	4	4	–
Итого	66	65	–1

Специалисты спортивной футбольной школы «Голасо» отмечают, что для положительного результата для детей с ОВЗ необходима реабилитация сразу после диагностирования заболевания. Также при этом необходимо учитывать возрастные особенности детей. Для каждого ребенка должна быть разработана индивидуальная программа реабилитации. Реабилитационная работа должна проводиться непрерывно и последовательно по этапам.

Также в целях изучения эффективности реабилитационной работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья в спортивной школе «Голасо» нами было проведено анкетирование родителей. В анкетировании приняли участие 18 семей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья, посещающих футбольную школу «Голасо».

В анкетировании приняли участие 89% женщин и 11% мужчин. По составу семьи среди респондентов 53% семей с одним ребенком, 34% семей воспитывают двоих детей, 3% семей воспитывают троих детей, 6% семей воспитывают четверых детей и 4% семей воспитывают более пятерых детей. Среди опрошенных родителей, воспитывающих ребенка с ограниченными возможностями здоровья, 60% работают, 40% являются неработающими. Проблемы, связанные с совмещением работы и воспитанием ребенка с ограниченными возможностями здоровья, имеют 62% респондентов. Согласно проведенному опросу помощь семье, воспитывающей ребенка с ограниченными возможностями здоровья, оказывают учреждения социальной защиты – 62%, родственники – 22%, соседи – 16%.

Мы считаем, что благодаря развитию системы восстановления и адаптации происходит взаимодействие детей с ограниченными возможностями здоровья с обществом, так как идет процесс обогащения социального опыта детей, их нравственного воспитания и обучения. Взаимодействие общественных институтов способно совершенствовать и развивать технологию социального партнерства.

Технология социального партнерства в системе восстановления и адаптации детей с ОВЗ внедряется и апробируется в спортивно-образовательных программах при активном участии высококвалифицированных специалистов.

С нашей точки зрения, эффективность социального партнерства в решении проблем детей с ОВЗ зависит от участия в данном процессе связи с общественностью, для освещения спортивно-образовательных

мероприятий по их совершенствованию в реабилитационной деятельности детей и подростков.

Таким образом, технология социального партнерства с помощью реабилитации и абилитации детей с ОВЗ на примере деятельности футбольной школы «Голасо» позволяет специалистам создавать условия для быстрой интеграции детей с ОВЗ в здоровую социальную среду. Физическая культура и спорт, как показывает современная практика, влияет на сплочение общественных отношений, деловую жизнь, развивает интеллект, формирует моду, этические ценности и здоровый образ людей.

В настоящее время физическая культура и спорт – это стимул для улучшения качества жизни молодого поколения, а особенно детей и подростков, которые имеют ограничения здоровья. Поэтому физическая культура и спорт обладают мощной социализирующей силой и защищают от депрессивного состояния.

Известно, что спорт предусматривает ежедневную работу над самим собой. Взрослые помогают детям, преодолевая трудности, добиваться положительных результатов с помощью физкультуры и спорта.

Детям с ОВЗ требуется особая психологическая поддержка и помощь. Ее могут предоставить как профессиональные специалисты, тренеры, так и сами родители. Оказывая поддержку детям и подросткам с ОВЗ, необходимо создать лучшую и благоприятную среду. Педагоги и специалисты, создавая доброжелательную и гуманную обстановку, должны быть сдержанными в проявлении негативных эмоций.

С точки зрения российских ученых С.Л. Алмазовой и И.Н. Пушкаревой, необходимо создавать обстановку успешной деятельности в развитии детей и подростков с ОВЗ. Она важна для детей с заниженной самооценкой и неуверенных в себе. А для детей с завышенной самооценкой необходимо создавать установки для самооценивания.

Также между этими детьми можно проводить соревнования, которые способны нивелировать отрицательные стороны и поднимать их статус здорового образа жизни. И пример тому спортивная футбольная школа «Голасо». Как мы видим на практике, она способна создать оздоровительную среду для детей и подростков с ОВЗ, где также могут принимать участие в проводимых мероприятиях и здоровые дети.

Иными словами, в процессе ведения занятий необходимо работать над мотивацией:

- визуализировать изменения положительных результатов у детей;
- доставлять детям моральное и физическое удовольствие в поощрении и проявлении интереса к спортивной деятельности;
- предлагать спортивные роли в футбольной игре, где каждый участник и капитан, и защитник и голкипер команды.

Выводы

Подводя итог, мы рекомендуем для улучшения деятельности работы спортивной футбольной школы «Голасо»:

1. Проводить сотрудничество с учреждениями социального обслуживания, привлекать волонтеров, общественные и некоммерческие организации.
2. Организовывать совместные мероприятия в виде научно-практических конференций (российского и международного формата), спортивные праздники, а также обмениваться опытом с организациями, участвующими в реабилитации и абилитации детей с ограниченными возможностями здоровья из других регионов и городов, а также зарубежных стран.
3. Разрабатывать авторские образовательные и воспитательные программы развития и применять их на совместных занятиях с детьми и родителями.

Список литературы

1. Голичникова В.А. Современные подходы в физкультурно-оздоровительном направлении при работе с детьми с ОВЗ. [Электронный ресурс]. URL: <https://nsportal.ru/shkola/korrektcionnaya-pedagogika/library/2021/01/06/sovremennye-podhody-v-fizkulturno> (дата обращения: 11.03.2022).
2. Алмазова (Мазалова) С.Л., Пушкарева И.Н. Психологическое сопровождение детей с ограниченными возможностями здоровья в процессе занятий адаптивной физической культурой и спортом // Педагогическое образование в России. 2015. № 8. С. 52–57.
3. Гонохов А.Г., Домашова Е.В., Курносова И.Ю. Популяризация физической культуры и спорта для лиц с ограниченными возможностями // Вестник университета. 2019. № 6. С. 168–172.
4. Официальный сайт Министерства труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан [Электронный ресурс]. URL: <https://mtsz.tatarstan.ru/> (дата обращения: 12.03.2022).
5. Баранова А.А., Намазова-Баранова Л.С., Терлецкая Р.Н., Антонова Е.В. Проблема детской инвалидности в современной России // Вестник Российской академии медицинских наук. 2017. № 4. Т. 72. С. 305–312.
6. Шейко С.А. Спорт как средство адаптации людей с ограниченными возможностями здоровья // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 12–3 (19). С. 87–88.
7. Половинкин Н.А. Проблемы детско-юношеского футбола в России // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2019. № 5–1 (33). С. 335–338.
8. Щербак А.П. Возможности занятий учащихся с ограниченными возможностями здоровья школьным спортом // Гуманитарные науки. 2017. № 2 (38) С. 97–101.
9. Карпов А.А. Адаптация организма человека к физическим нагрузкам // Наука. 2020–2021. № 1 (46). С. 97–99.
10. Ермакова Ю.Н. Характеристика особенностей владения элементами игры в футбол у детей старшего дошкольного возраста // Вестник спортивной науки. 2009. № 5. С. 15–17.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378.147

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ АКТИВИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
СТУДЕНТОВ ВУЗА¹Тимофеева Е.В., ¹Бахмутская Ю.А., ¹Лебедева О.Е., ²Клейменова М.Н.¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», Барнаул,
e-mail: elena.timofeeva.69@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: tanmaslennikov4@yandex.ru

В статье актуализируется проблема самостоятельной учебной деятельности студентов в целях развития интереса как к содержанию учебной дисциплины в частности, так и к предстоящей профессиональной деятельности в целом. В работе рассматриваются основные направления научного поиска решения данной проблемы и предложены некоторые пути активизации самостоятельной учебной деятельности студентов в условиях современного образования. Среди множества путей активизации самостоятельной учебной деятельности обучающихся даются характеристики наиболее актуальных в образовании с позиции современности: проблемное обучение, программированное обучение, алгоритмизация обучения, традиционный подход и, наконец, комплексное дидактическое воздействие. На основе изучения достаточного количества специальной литературы дана краткая характеристика каждого из актуальных подходов, выявлены слабые и сильные их стороны, представлена сравнительная характеристика подходов. В результате обзора рассматриваемой проблемы с позиций разных авторитетных исследователей авторы работы пришли к заключению, что, вне зависимости от применяемого подхода к активизации самостоятельной учебной деятельности обучающихся, успех будет достигнут при понимании преподавателем следующего положения: «подготовительной ступенью для творческой самостоятельности является познавательная активность, а самостоятельные работы – основной путь ее достижения». В процессе исследования нами дано собственное понимание самостоятельной учебной деятельности, представляющей собой способность и стремление обучающегося без какой-либо помощи (прямой или косвенной) осваивать учебную информацию и способы деятельности, а также, на основе имеющегося методико-практического опыта, совершенствовать свои умения и претворять их в навыки, необходимые в предстоящей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: самостоятельная учебная деятельность, познавательная активность, оптимизация процесса обучения, проблемное обучение, программирование, традиционный подход, алгоритмизация обучения

ABOUT SOME ASPECTS OF ACTIVATION
OF INDEPENDENT EDUCATIONAL ACTIVITY OF UNIVERSITY STUDENTS¹Timofeeva E.V., ¹Bakhmutskaya Yu.A., ¹Lebedeva O.E., ²Kleymenova M.N.¹Altai State Agrarian University, Barnaul, e-mail: elena.timofeeva.69@mail.ru;²Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: tanmaslennikov4@yandex.ru

The article actualizes the problem of independent educational activity of students in order to develop interest both in the content of the discipline in particular and in the upcoming professional activity in general. The paper considers the main directions of the scientific search for a solution to this problem and suggests some ways to activate the independent learning activities of students in the conditions of modern education. Among the many ways to activate independent learning activities of students, the characteristics of the most relevant in education from the perspective of modernity are given: problem-based learning, programmed learning, algorithmization of learning, traditional approach and, finally, complex didactic impact. Based on the study of a sufficient amount of special literature, a brief description of each of the relevant approaches is given, their weaknesses and strengths are identified, and a comparative characteristic of the approaches with each other is presented. As a result of the review of the problem under consideration from the positions of various authoritative researchers, the authors of the work came to the conclusion that, regardless of the approach used to activate independent learning activities of students, success will be achieved if the teacher understands the following provision: "the preparatory stage for creative independence is cognitive activity, and independent work is the main way to achieve it". In the course of the research, we have given our own understanding of independent educational activity, which is the ability and desire of a student to master educational information and methods of activity without any help (direct or indirect), as well as, on the basis of existing methodological and practical experience, to improve their skills and translate them into skills necessary in the upcoming professional activity.

Keywords: independent learning activity, cognitive activity, optimization of the learning process, problem-based learning, programming, traditional approach, algorithmization of learning

Для современной системы образования, особенно в период временного перехода на дистанционный ее формат, характерна ситуация, требующая побуждения студентов вузов к самообразованию, к преодолению обра-

зовательных трудностей, в силу непомерно нарастающего объема учебной нагрузки, поглощающего воздействия информационного пространства и пр. [1]. В сложившейся ситуации очевидной является неизбежность про-

буждения у студентов, вне зависимости от формы обучения, самостоятельной деятельности познавательной направленности, на что в своих исследованиях обращали внимание М.В. Мухина, Ж.В. Смирнова, Е.В. Сухарева, Ж.В. Смирнова, Ж.В. Смирнова, В.В. Бушуева, Ю.О. Дятлова и др. [2–5].

В настоящее время, как утверждают Е.И. Шеенко с соавт., «образование требует необходимости творческого и самостоятельного подхода в овладении навыками многих приемов и действий» [6], далеко выходящих за рамки образовательных программ. На повышение эффективности образовательного процесса, в том числе и средствами активизации самостоятельной учебной деятельности обучающихся, уже неоднократно обращалось внимание многими специалистами [7]. Проблема познавательной активности и творческой самостоятельной деятельности обучающихся школ, ссузов, вузов в процессе обучения широко разрабатывалась и разрабатывается уже в течение последних трех десятков лет отечественными педагогами, психологами и методистами [8–10]. В силу того, что научно-технический прогресс не стоит на месте, а вместе с ним меняются сами обучающиеся – их мировосприятие, ценности, потребности, так и формы и методы работы с ними, определенный научный и практический опыт в данном направлении, все же требует определенной перестройки, совершенствования и других перемен, что уже ранее становилось предметом исследований в работах Л.П. Гуляновой, Н.В. Сплавской [11, 12].

Цель исследования – рассмотреть основные направления научного поиска решения проблемы активизации самостоятельной учебной деятельности студентов и предложить некоторые пути ее совершенствования в условиях современного образования.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: анализ научной и научно-методической литературы по проблеме активизации самостоятельной деятельности обучающихся на всех ступенях образования.

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению П.И. Пидкасистого и Б.И. Коротяева, самостоятельная деятельность обучающегося определяется «как процесс, который непосредственно выражается в предметных результатах, как последовательность получения обучающимися знаний об объекте или способах действий с объектом» [13]. Самостоятельная деятельность обучающихся представляет собой совокупность двух неразрывно связанных друг с другом процессов: воспроизводящего и творческого.

В процессе обучения, по мнению тех же ученых [13], воспроизводящая и творческая познавательная деятельность обучающихся зависит от характера, новизны и оригинальности изучаемого материала, а также от уровня развития их познавательных способностей.

С точки зрения мышления в психологии эти два процесса разделяют на репродуктивный и продуктивный. Так, рассматривая репродуктивную (воспроизводящую) деятельность, стоит отметить, что ее существенной стороной является то, что она направлена на овладение обучающимися специальными знаниями и умениями как «техническими компонентами» способа деятельности известного качества; цель работы четко определена в самом задании. Деятельность студента в этом случае регламентируется преподавателем, и она (деятельность) направлена на количественное накопление знаний, умений и навыков, а также помощь в осознании и усвоении способа действия для применения в практической деятельности, что, в свою очередь, ориентировано на формирование универсальных для определенной предстоящей профессиональной деятельности компетенций. Воспроизводящая самостоятельная деятельность студентов характеризуется отсутствием мыслительной активности, но, как утверждает В.Н. Алдушонков, «тем не менее игнорировать ее было бы неправильно, так как далеко не все знания, которыми обучающиеся овладевают в процессе учения, они «открывают» [14].

Характеризуя следующий вид деятельности – творческий, следует подчеркнуть, что он вызывает умственную активность продуктивного характера, которая проявляется в тех случаях, когда обучающемуся необходимо сформулировать «исходную идею» решения, подвергнуть анализу условия и требования познавательной задачи, затем обосновать выдвинутое предположение, уточнить, конкретизировать и, наконец, проверить его истинность в практической деятельности. Такая деятельность характеризуется осознанным мотивом, который выступает в качестве общей цели, новизны суждений, выводов и способов выполнения познавательной задачи, что и является основным признаком высшей формы самостоятельности. Как показывают собственные наблюдения за учебной деятельностью студентов, возникающая у них потребность в новых умениях и навыках в рамках решения познавательных задач, как правило, проблемного характера является стимулирующим фактором активизации их самостоятельной учебной деятельности.

Воспроизводящие и творческие процессы в обучении находятся в диалектической взаимосвязи и взаимозависимости. Так,

работы, характеризующиеся как воспроизводящие, содержат элементы творчества. В свою очередь, творческие работы естественным образом будут включать в себя воспроизведение умений, навыков и знаний.

Самостоятельная учебная деятельность оказывается эффективной в отношении усвоения знаний и овладения умениями и навыками только тогда, когда она вызывает и организует собственную активную познавательную деятельность обучающихся. Организации такой деятельности во многом способствует проблемное обучение, которое предполагает создание проблемной ситуации, побуждающей студентов к самостоятельным поискам решения поставленных задач путем анализа условий и мобилизации имеющихся у них знаний. Под проблемным обучением, следуя определению М.И. Махмутова, следует понимать такой тип обучения, который «обеспечивает, в сочетании с традиционным и тем новым, что было внесено в педагогику многими исследователями, развитие всей совокупности чувств и разума, мышления обучающегося и его памяти, развитие целостной, интеллектуально активной личности» [15]. Проблемность, по нашему мнению, в некоторой степени заложена в любом научно обоснованном методе и в любой форме организации образовательного процесса.

На современном этапе развития отечественного образования проблемное обучение представляет собой такую методику образовательного процесса, когда перед студентами последовательно и целенаправленно выдвигаются познавательные или практические проблемы, на которые они творчески ищут ответа, пользуясь наиболее совершенными методами самостоятельного приобретения и усвоения новых знаний. Проблему М.И. Махмутов представляет, с одной стороны, как некий вопрос, вытекающий из имеющихся у обучающегося знаний и представлений о некотором объекте и опирающийся на них. С другой же стороны, проблема свидетельствует о неполноте данных знаний и представлений, вследствие чего «необходим дальнейший поиск для создания исчерпывающего представления об объекте изучения» [15].

Н.И. Фатеева, А.М. Фатеев обращают внимание на то, что проблемная ситуация – это «ситуация, вызывающая у обучающихся осознанное затруднение, путь преодоления которого следует искать» [16]. По мнению Л.А. Чубаровой, возникающая проблемная ситуация побуждает активность мышления обучающегося, ориентированную на выполнение задачи, «которую нельзя решить привычными способами действия. Необходимость найти выход из возникшего затруднения вызывает необходимость анализа данной ситуации, поисков принципа реше-

ния задачи и конкретных действий, ведущих к достижению цели» [17]. Каждая познавательная проблема содержит проблемную ситуацию, но не всякая проблемная ситуация становится проблемой. Мы же считаем, что задача становится проблемной, если способ выполнения или результат студентам заранее неизвестны, но они обладают необходимыми компетенциями для того, чтобы, имея некоторые знания и умения, приступить к поиску решения поставленной задачи. В таких условиях проблемное обучение стимулирует познавательную активность обучающегося, так как мыслительные процессы в его голове начинаются с проблемы или вопросов, с удивления или недоумения, с догадки, с напряженного размышления, ожидания, поиска аргумента и доказательства. Несмотря на ценные особенности, проблемное обучение не позволяет решить всех задач обучения, так как требует немалого объема времени. К тому же проблемное обучение не дает возможности в полной мере осуществить систематическое и последовательное овладение всем объемом знаний и сформировать необходимые навыки.

Еще один подход к процессу обучения, в известной степени способствующий активизации самостоятельной учебной деятельности студентов, выражен в программировании [18]. Основная задача программированного обучения видится нами в том, чтобы в определенный момент времени с наименьшим вложением сил достичь большей результативности обучающего воздействия на обучающихся. Преимущества программированного обучения над традиционными подходами к обучению нами видятся по ряду причин. В данном отношении мы разделяем точку зрения Т.В. Тарбоковой, которая в своем исследовании выделяет две причины преимущества программированного обучения над традиционными подходами:

- первая причина связывает любой объем знаний с действиями каждого обучающегося;
- вторая причина характеризуется такой ситуацией, когда специальное (механическое) заучивание программного материала в нем не выделяется как обособленный этап, а происходит в процессе решения или выполнения задачи [19].

При этом Т.В. Тарбокова подчеркивает, что «благодаря обратной связи, каждый обучающийся сознательно контролирует этапы своего продвижения в обучении, а преподаватель ориентирован в его познавательных действиях» [19].

Вместе с тем программированное обучение скорее всего лишь рациональный способ сообщения знаний, который может дать только некоторый эффект при формировании образовательных компетенций. Яв-

ляясь достаточными условиями проявления самостоятельности в действиях студентов, программное обучение не стимулирует проявление у них творчества и инициативы для успешного овладения специальными знаниями и становления необходимых для будущей профессиональной деятельности навыков, а вынуждает студента следовать по указанному программой пути.

Необходимость формирования профессионально важных умений студентов в организации своих практических действий при достижении образовательных задач привело специалистов (преподавателей) к разработке вопросов алгоритмизации обучения [20]. Под алгоритмом стоит понимать жесткую установку для выполнения обучающимися познавательных и практических задач. Так, алгоритм, возникнув как способ решения арифметических задач, является не чем иным, как аналогом вообще результативной деятельности людей.

Наряду с перечисленными подходами, в современном процессе обучения не утратил своих позиций и традиционный подход. Так, по нашему мнению, удачную трактовку традиционному подходу дал в своем исследовании М.А. Глеков. Исследователь считает, что главное назначение традиционного подхода в процессе обучения «вооружать обучающихся системой научных знаний, прочными умениями и навыками, при помощи которых они могут не только получать новые знания, но и активно пользоваться ими в личной и общественной практике» [21].

Важнейшим условием оптимизации процесса обучения вообще и активности самостоятельной учебной деятельности обучающихся в частности, по мнению советских педагогов, является комплексное дидактическое воздействие всех перечисленных подходов к обучению. Данное положение высказывал еще в прошлом веке Ю.К. Бабанский, говоря, что «само содержание учебного материала предполагает разумное сочетание в процессе обучения проблемных и информационных приемов сообщения знаний» [22]. Подлинная активность сознания достигается гармоническим сочетанием всех подходов к обучению, которые способствуют вооружению студентов навыками самостоятельной работы не только в процессе закрепления знаний, умений и навыков, но самостоятельной деятельности по овладению новыми знаниями и самовоспитанию профессионально необходимых умений и навыков.

Вместе с тем более высоким уровнем творческой активности обучающихся является проблемное обучение, которое вплотную подводит студентов к познавательной самостоятельности. Познавательная активность обучающихся с помощью тех или иных

методов или приемов обучения осуществляется по двум основным направлениям: через повышение интереса к предмету деятельности, а также посредством усиления роли самостоятельности студентов. В целях развития интереса к предмету деятельности (дисциплине, циклу дисциплин в частности и предстоящей профессиональной деятельности в целом) В.П. Шибаевым, Г.А. Каменевой, Т.А. Бондаренко, Т.А. Косачевой широко рекомендуется использовать различные приемы и средства [23–25].

Несмотря на то, что студенческий возраст характеризуется сознательностью и способностью к концентрации внимания, все же уместно привести в пример мнение Г.И. Щукиной, которая, отмечая огромную роль развития мотива в познавательной деятельности, указывает на положительный эффект занимательности в обучении и на необходимость переводить обучающихся с примитивной стадии интереса (любопытства) на более высокие его ступени – любознательность, познавательный интерес и т.д. [26].

Существует много других точек зрения, которые мы уважаем. Некоторые аспекты мы можем принимать или использовать для дальнейшего своего научно-теоретического познания. Рассмотрим такие убеждения: во внеучебной деятельности научение возможно, и оно может быть предметом научной педагогики; любознательный, наблюдательный и памятный юноша может чему-то профессионально полезному научиться вне педагогического взаимодействия. Самостоятельная учебная деятельность – это понятие гораздо шире, признаки самостоятельных действий и решений можно найти во всех проявлениях учебы, она пронизывает и неконтактные, и контактные формы взаимодействия.

Таким образом, рассмотрев все разнообразие подходов к активизации у студентов самостоятельной учебной деятельности и соотнеся их сильные и слабые стороны в условиях современного высшего образования, мы пришли к собственной трактовке понятия «самостоятельная учебная деятельность». Так, под самостоятельной учебной деятельностью мы понимаем способность и стремление обучающегося без какой-либо помощи (прямой или косвенной) осваивать учебную информацию и способы деятельности, а также, на основе имеющегося методико-практического опыта, совершенствовать свои умения и претворять их в навыки, необходимые в предстоящей профессиональной деятельности.

Следует отметить, что самостоятельная учебная деятельность студентов напрямую зависит от следующих составляющих:

– уровня потребности в качественных знаниях;

- качества мыслительной деятельности;
- способности быстро ориентироваться в незнакомой ситуации;
- неподдельного стремления изыскать и обосновать свой подход к решению вновь возникшей проблеме;
- желания разобраться и понять как усваиваемые знания, так и способы их добытия;
- критического подхода к осваиваемой информации, формируемым умениям и навыкам, к суждениям своих коллег, преподавателей, окружающих;
- способности иметь и высказывать свою точку зрения, независимую от других.

Заключение

Сравнительный анализ подходов к активизации самостоятельной учебной деятельности дает основания утверждать, что подготовительной ступенью для творческой самостоятельности является познавательная активность, а самостоятельные работы – основной путь ее достижения. Однако не всякая самостоятельная учебная деятельность студентов в процессе обучения имеет достаточную ценность познавательного характера. Обзор многочисленных источников психологической и педагогической направленности привел к пониманию того, что лишь в условиях совместного использования разнообразных подходов, алгоритмизации, проблемного обучения, программированного обучения и традиционного подхода, с обязательным учетом обоюдного проявления воспроизводящего и творческого характера деятельности, будут складываться все необходимые условия для активизации студентов вуза к самостоятельной учебной деятельности.

Список литературы

1. Тимофеева Е.В., Косачева Т.А., Клейменова М.Н. Самостоятельная деятельность студентов в системе дистанционного обучения как условие социализации специалиста // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68–1. С. 282–285.
2. Мухина М.В., Смирнова Ж.В., Сухарева Е.В. Совершенствование процесса формирования профессиональных компетенций специалистов сферы сервиса в НГПУ им. Козьмы Минина // Приволжский научный вестник. 2014. № 6 (34). С. 121–124.
3. Смирнова Ж.В. Повышение качества образования в системе профессионального образования // Наука и образование в XXI веке: сборник статей по материалам Международной заочной научно-практической конференции (30 января 2015 г.). В 5 ч. Часть IV. М.: «АР-Консалт», 2015. С. 141–142.
4. Смирнова Ж.В., Бушуева В.В. Подготовка специалистов в высших учебных заведениях в условиях модернизации образования // Научные исследования: от теории к практике: сборник статей по материалам Международной заочной научно-практической конференции. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. С. 169–172.
5. Дятлова Ю.О. Организация самостоятельной работы студентов в информационно-образовательной среде университета // Сибирский педагогический журнал. 2018. № 1. С. 121–130.
6. Шеенко Е.И., Бердышева Е.В., Шеенко И.И. О некоторых проблемах активизации мыслительной деятельности и творческой самостоятельности занимающихся в процессе физического воспитания // Наука и инновации в современном мире: сборник научных статей. Ч. V / Научный ред. канд. техн. наук, доц. А.Х. Цечоева. М.: Перо, 2020. С. 90–95.
7. Черноталова К.Л. Организация самостоятельной работы студентов как фактор формирования профессиональной инициативы // Концепт. 2012. № 11 (15). С. 13–17.
8. Елагина В.С. Формирование исследовательской компетенции в процессе профессиональной подготовки студентов педагогического вуза // Концепт. 2012. № 8. С. 37–41.
9. Смирнова Ж.В., Колосова Т.В. Самостоятельная работа студентов в вузе // Вестник Мининского университета. 2016. № 3 (16). С. 4.
10. Исамова П.Ш. Педагогические условия совершенствования самостоятельной работы студентов // Вопросы науки и образования. 2018. № 6 (18). С. 116–118.
11. Гулянова Л.П. Технологии организации самостоятельной деятельности студента в вузе // Гуманизация образования. 2011. № 7. С. 53.
12. Сплавская Н.В. Активизация самостоятельной работы студентов средствами интернет-технологий в условиях реализации теории сетевого образования // Гуманизация образования. 2012. № 6. С. 42–47.
13. Пидкасистый П.И., Коротяев Б. Самостоятельная деятельность учащихся в обучении: учебное пособие. М.: Просвещение, 1978. 467 с.
14. Алдушонков В.Н. Влияние компьютерных технологий обучения на формирование познавательной самостоятельности студентов: дис. ... канд. пед. наук. Брянск, 2001. 191 с.
15. Махмутов М.И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. М.: Педагогика, 1975. 364 с.
16. Фатеева Н.И., Фатеев А.М. Дидактика начальной школы. М.: МГПУ, 2008. 247 с.
17. Чубарова Л.А. Индивидуализация проблемных ситуаций в учебном процессе вуза: на материалах изучения немецкого языка на языковом факультете: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тюмень: Тюменский государственный университет, 2003. 25 с.
18. Чекулаева М.Е., Сидорова Н.В. Организация самостоятельной работы студентов-заочников с помощью элементов программированного обучения // Наука, образование и культура. 2020. № 6 (50). С. 68–71.
19. Тарбокова Т.В. Модель дидактической системы активизации познавательной самостоятельной деятельности студентов в процессе предметного обучения // Вестник ТГПУ. 2012. № 2 (117). С. 76–82.
20. Трендафилова А. Основные элементы алгоритмизации при формировании коммуникативной компетенции в процессе профессионального обучения // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2017. № 2. С. 17–22.
21. Глеков М.А. Проектирование обучения преподавателей высшей школы в системе открытого профессионального образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Воронеж, 2004. 21 с.
22. Бабанский Ю.К. Рациональная организация учебной деятельности. М.: Знание, 1981. 96 с.
23. Шибяев В.П. Организация самостоятельной работы студентов в вузе как педагогическая проблема // Вестник ГУУ. 2013. № 18. С. 195–198.
24. Каменева Г.А., Бондаренко Т.А. Педагогические условия активизации учебно-познавательной деятельности студентов в современных условиях информатизации образования // Вестник НГПУ. 2018. № 4. С. 172–186.
25. Косачева Т.А. Особенности организации самостоятельной работы студентов в процессе изучения иностранного языка // Заметки ученого. 2019. № 4 (38). С. 110–115.
26. Шукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1986. 142 с.