СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 9, 2021

ISSN 1812–7320

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,899.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,338.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

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

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

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

Подписано в печать – 30.09.2021
Дата выхода номера – 29.10.2021

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

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

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 32
Тираж 1000 экз.
Заказ СНТ 2021/9
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

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

СТАТЬИ

МЕТОД И МЕТОДИКА МЕНЕДЖМЕНТА КРИТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ РИСКОВ
Антонов А.В., Сидорин В.В. 9

УНИФИКАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ О РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ
Басова Т.В., Басова М.В. 24

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛОТОННАЖНЫХ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ОТРАСЛИ
Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Андреев А.В., Кузнецов С.В., Савина А.С., Богатов Н.А. 31

AGILE И SCRUM – ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ
Галимулина Ф.Ф., Шинкевич А.И., Зарайченко И.А. 42

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ АГРЕГИРОВАННЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА МАШИН АРКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
Гарина И.О. 47

АНАЛИЗ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН
Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. 56

АССОЦИАТИВНЫЙ СЛОЙ ВИРТУАЛЬНОГО АДАПТАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА
Дюпин В.Н. 62

СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
Зеленина Л.И., Хаймина Л.Э., Деменкова Е.А., Деменков М.Е., Хаймин Е.С., Хрипунов Д.Д. 68

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
Кудрявцева С.С., Халиулин Р.А. 74

ФОРМАЛИЗАЦИЯ КЛАССОВ ДАКТИЛЕМ РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ТИПА «РОБО-РУКА»
Лаврененко И.С., Филиппович Ю.Н., Арутюнян М.Г. 81

ОБЗОР МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ПОЧВЕННЫХ СРЕД
Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Нагайцев В.М., Чернышов В.В. 86

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКОМ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ВЫНУЖДЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ
Полищук В.И., Шувалова А.А., Панкратов А.В. 94

КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ПО ЗНАКАМ КОМПОНЕНТОВ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ДВУХ ПРОИЗВОДНЫХ
Ромм Я.Е. 100

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Степанова М.В. *125*

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДИСКОВОЙ ФРЕЗЫ С ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬЮ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА СТАНКАХ С ЧПУ

Хасанов Р.Ш., Абзалов А.Р., Асянов Р.Х., Гисматуллин И.М. *133*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕПОЗИТОРИЯ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ И РАЗРАБОТКА МЕТАЯЗЫКА ДЛЯ ОПИСАНИЯ МОДЕЛЕЙ

Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Ямашкина Е.О., Занозин В.В. *138*

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

СТАТЬИ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Алешин А.П., Аракелян С.М. *143*

ОБЗОР СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В ШКОЛЕ

Беленкова И.В., Гребнева Д.М. *148*

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ К ДИСТАНТНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Беспалько А.А., Сочнева Н.В., Тощев А.П., Тутынина О.И. *154*

РОЛЬ КОНКУРСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ УМЕНИИ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ

Горяйнова Т.А. *160*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ И КУЛЬТУРЕ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МАСТЕРСКАЯ»

Довгань Е.А. *166*

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЮНЫХ ФУТБОЛИСТОВ ПЕРЕДАЧАМ МЯЧА ЧЕРЕЗ ФОРМИРОВАНИЕ ИХ ОБОБЩЕННОЙ ОРИЕНТИРОВОЧНОЙ ОСНОВЫ

Драндров Г.Л., Плешаков А.А., Коновалов И.Е. *172*

ФОРМИРОВАНИЕ КОУЧ-ПОЗИЦИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОУЧЕЙ

Зотов А.В. *177*

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОЛЧКА ГИРЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Зухов А.С., Стрельников С.П. *182*

ПЕСНЯ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

Иванова М.Г. *188*

ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФОРМИРОВАНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Колодезникова А.Н., Парникова Г.М. *194*

ОСОБЕННОСТИ АССЕРТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ И САМОРЕАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ
Корытченкова Н.И., Будницкая Н.К. *199*

ПРОБЛЕМЫ, С КОТОРЫМИ СТАЛКИВАЮТСЯ УЧИТЕЛЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В СРЕДНИХ ШКОЛАХ
Меирбеков А.К., Бегайдарова А.Е. *204*

ВОСПИТАНИЕ ЗДОРОВОГО СТИЛЯ ПОВЕДЕНИЯ КАК УСЛОВИЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ ДОШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ
Панасенко К.Е., Волошина Л.Н. *211*

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ МОЛОДЫМ ПЕДАГОГАМ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ОБУЧЕНИЮ ДОШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕЯЗЫКОВЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РАССКАЗУ-ОПИСАНИЮ В БУМАГОПЛАСТИКЕ
Семенова Т.Н. *218*

КОРРЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОШИБОК В БАРЬЕРНОМ БЕГЕ У ЮНОШЕЙ 15–17 ЛЕТ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ
Синельник Е.В., Мельник В.А. *223*

РОССИЯ НА XXXII ЛЕТНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ИГРАХ В ТОКИО: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
Собянин Ф.И., Бывшева Д.В., Покотилова А.А., Никифоров Ю.Б., Ивлева А.Н., Ковалева Р.Е. *228*

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ПЕДАГОГА
Суховиенко Е.А., Севостьянова С.А., Нигматулин Р.М., Мартынова Е.В. *235*

ВАРИАТИВНЫЕ ФОРМЫ ЛОГОПЕДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЕТЕЙ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ
Устинова А.С., Лукьянова И.Е. *240*

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ»
Фоменко Е.Г., Колькина Е.А. *245*

АКВАРЕЛЬНЫЕ ЭТЮДЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ КИТАЙСКИХ ВУЗОВ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ
Чан Хунбинь *251*

CONTENTS

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

ARTICLES

METHOD AND METHODOLOGY OF CRITICAL RISK MANAGEMENT

Antonov A.V., Sidorin V.V. *9*

UNIFICATION OF REPRESENTATION ABOUT CUTTING TOOL DATA

Basova T.V., Basova M.V. *24*

PRODUCTION ORGANIZATION AT LOW-CAPACITY MULTI-RANGE ENTERPRISES OF THE PAINT AND PAINT INDUSTRY

Boldyrev V.S., Menshikov V.V., Andreev A.V., Kuznetsov S.V., Savina A.S., Bogatov N.A. *31*

AGILE AND SCRUM ARE EFFECTIVE TOOLS FOR IMPROVING THE QUALITY OF PETROCHEMICAL PRODUCTS AND GREENING PRODUCTION FACILITIES

Galimulina F.F., Shinkevich A.I., Zaraychenko I.A. *42*

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF AGGREGATED DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION PROCESSES OF MACHINES FOR ARCTIC PURPOSES

Garina I.O. *47*

ANALYSIS OF THE SEMANTIC SIMILARITY OF THE ASSESSMENT CRITERIA IN THE EDUCATIONAL PROGRAMS OF THE DISCIPLINES

Giniyatullin V.M., Ermolaev E.V., Salikhova M.A., Khlybov A.V., Churilov D.A., Churilova E.A. *56*

ASSOCIATIVE LAYER OF VIRTUAL ADAPTATION SPACE

Dyupin V.N. *62*

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN THE PROBLEM OF CLASSIFICATION OF MEDICAL IMAGES

Zelenina L.I., Khaymina L.E., Demenkova E.A., Demenkov M.E., Khaymin E.S., Khripunov D.D. *68*

ENVIRONMENTAL INNOVATIONS IN INDUSTRY: TERRITORIAL FEATURES OF APPLICATION

Kudryavtseva S.S., Khaliulin R.A. *74*

FORMALIZATION OF THE RUSSIAN SIGN LANGUAGE DACTYLS CLASSES FOR APPLICATION IN «ROBO-HAND» TYPE ROBOTECHNICAL SYSTEMS

Lavrenenko I.S., Filippovich Yu.N., Arutyunyan M.G. *81*

REVIEW OF METHODS FOR MODELING THE INTERACTION TILLAGE TOOLS OF SOIL-PROCESSING MACHINES AND SOIL ENVIRONMENTS

Lysych M.N., Shabanov M.L., Nagaitsev V.M., Chernyshov V.V. *86*

INTELLIGENT AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF ACTIVE POWER FLOW CONTROL BY POWER LINES IN FORCED OPERATION MODE

Polishchuk V.I., Shuvalova A.A., Pankratov A.V. *94*

COMPUTER-ORIENTED STABILITY ANALYSIS BASED ON THE SIGNS OF THE SOLUTION COMPONENTS OF THE DIFFERENTIAL SYSTEM AND THEIR TWO DERIVATIVES

Romm Ya.E. *100*

A MODIFIED METHOD OF ASSIGNING TASKS IN A DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEM OF THE INTERNET OF THINGS
Stepanova M.V. 125

TRAJECTORY OF T-SHAPED MILL WITH TRAPEZOID CUTTING EDGES CALCULATION FOR MACHINING INVOLUTE CYLINDRICAL GEARWHEELS ON NC MACHINES
Hasanov R.Sh., Abzalov A.R., Asjanov R.H., Gismatullin I.M. 133

DEEP NEURAL NETWORK REPOSITORY DESIGNING: ANALYSIS OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS AND DEVELOPMENT OF A META-LANGUAGE FOR MODELS DESCRIPTION
Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Yamashkina E.O., Zanozin V.V. 138

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

ARTICLES

DECISION SUPPORT SYSTEM IN EDUCATION
Aleshin A.P., Arakelyan S.M. 143

THE OVERVIEW OF NETWORK SERVICES FOR IMPLEMENTING DISTANCE LEARNING OF COMPUTER SCIENCE AT SCHOOLS
Belenkova I.V., Grebneva D.M. 148

PECULIARITIES OF PREPARATION OF EDUCATIONAL-METHODOLOGICAL MATERIALS FOR TEACHING PROGRAMMING REMOTELY
Bespalko A.A., Sochneva N.V., Toschev A.P., Tutynina O.I. 154

THE ROLE OF COMPETITIVE ACTIVITY IN THE FORMATION OF PREDICTIVE SKILLS OF FUTURE BACHELOR – BUILDERS
Goryaynova T.A. 160

IMPROVING THE QUALITY EDUCATION OF STUDENTS IN THE RUSSIAN LANGUAGE AND SPEECH CULTURE CLASSES USING THE INNOVATIVE TECHNOLOGY «PEDAGOGICAL WORKSHOP»
Dovgan E.A. 166

METHODS OF TEACHING YOUNG FOOTBALL PLAYERS TO PASS THE BALL THROUGH THE FORMATION OF THEIR GENERALIZED INDICATIVE BASIS
Drandrov G.L., Pleshakov A.A., Konovalov I.E. 172

FORMATION OF A COACHING POSITION AS A KEY COMPETENCE WITHIN THE FRAMEWORK OF THE PROFESSIONAL COACHING TRAINING PROGRAM
Zotov A.V. 177

ANALYSIS OF THE KETTLEBELL PUSH PERFORMING USING A TENSOMETRIC PLATFORM
Zukhov A.S., Strelnikov S.P. 182

SONG AS A SOCIO-CULTURAL COMPONENT METHOD OF TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE
Ivanova M.G. 188

CONSTRUCTION OF THE EDUCATIONAL PROCESS FOR THE FORMATION OF INDEPENDENCE OF STUDENTS OF TECHNICAL DIRECTIONS IN THE PROCESS OF TEACHING SPECIAL DISCIPLINES
Kolodeznikova A.N., Parnikova G.M. 194

FEATURES OF ASSERTIVE BEHAVIOR AND SELF-REALIZATION OF THE PERSONALITY OF STUDENTS
Korytchenkova N.I., Budnitskaya N.K. *199*

CHALLENGES TEACHERS FACE WITHIN TEACHING ENGLISH IN SECONDARY SCHOOLS
Meirbekov A.K., Begaidarova A.E. *204*

EDUCATION OF A HEALTHY STYLE OF BEHAVIOR AS A CONDITION FOR THE SOCIALIZATION OF PRESCHOOLERS WITH DISABILITIES
Panasenko K.E., Voloshina L.N. *211*

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR YOUNG TEACHERS OF PRESCHOOL EDUCATION ON TEACHING PRESCHOOLERS WITH SPEECH-LANGUAGE DISORDERS A STORY-DESCRIPTION IN APPLICATIONS AND CRAFTS MADE OF PAPER
Semenova T.N. *218*

CORRECTION OF TECHNICAL ERRORS IN BARRIER RUNNING IN YOUTH 15–17 YEARS OLD IN THE PREPARATORY PERIOD OF TRAINING
Sinelnik E.V., Melnik V.A. *223*

RUSSIA AT THE XXXII SUMMER OLYMPIC GAMES IN TOKYO: SOME RESULTS AND PROSPECTS
Sobyanin F.I., Byvsheva D.V., Pokotilova, A.A., Nikiforov Yu.B., Ivleva A.N., Kovaleva R.E. *228*

A MODEL FOR MONITORING THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF A FUTURE TEACHER OF MATHEMATICS BASED ON THE PROFESSIONAL STANDARD OF A TEACHER
Sukhovienko E.A., Sevostyanova S.A., Nigmatulin R.M., Martynova E.V. *235*

DIFFERENT FORMS OF SPEECH THERAPY ASSISTANCE FOR CHILDREN WITH SPEECH DISORDERS
Ustinova A.S., Lukyanova I.E. *240*

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF DISTANCE LEARNING ON THE DISCIPLINE «ELECTIVE COURSES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORT»
Fomenko E.G., Kolkina E.A. *245*

WATERPROOF SKETCHES AS A MEANS OF FORMING ARTISTIC THINKING STUDENTS OF CHINESE UNIVERSITIES AT THE PLENAIR
Chan Hunbin *251*

СТАТЬИ

УДК 51-77:334.72

МЕТОД И МЕТОДИКА МЕНЕДЖМЕНТА КРИТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ РИСКОВ

[1]Антонов А.В., [2]Сидорин В.В.

[1]АО «Концерн военно-космической обороны «Алмаз-Антей», Москва, e-mail: 603083@gmail.com;
[2]АНО «Институт испытаний и сертификации вооружения и военной техники (АНО «ИнИС ВВТ»), Москва, e-mail: sidorin@inis.ru

Снижение вариабельности процессов и их результатов в системах менеджмента достигается различными методами. Один из них – риск-ориентированное мышление и технология менеджмента риска. Общий подход, принципы и методология менеджмента риска, регламентированные международными и российскими стандартами, являются основой для последующей разработки методов и методик менеджмента рисков для конкретных применений. При этом, несмотря на существование различных методов идентификации, анализа, оценки и обработки рисков, обладающих своими достоинствами, ограничениями и недостатками, остаётся потребность в методах и методиках, более эффективно решающих те или иные задачи в менеджменте риска и, соответственно, актуальность работ по их созданию. Цель статьи – представить результаты разработки метода и методики менеджмента критически значимых рисков для их нейтрализации или исключения. В основе решения проблемы разработки менеджмента критических рисков – концептуальная модель риска, и такие её основные положения и понятия, как потенциал риска, структура риска, индексе риска, ёмкость риска, структура затрат ресурсов, стратификация затрат по видам ресурсов, риск-устойчивость. Аналитический подход в основе метода позволяет повысить степень объективности оценки значимости рисков, расчётами потенциала рисков и затрат ресурсов, обосновать решения по приоритизации рисков и требования к ресурсному обеспечению работ по их обработке.

Ключевые слова: критически значимые риски, потенциал риска, структура риска, индекс риска, нейтрализация риска, приоритизация риска, стратификация ресурсов

METHOD AND METHODOLOGY OF CRITICAL RISK MANAGEMENT

[1]Antonov A.V., [2]Sidorin V.V.

[1]«Almaz-Antey» – Air end Space Defence Corporation, Joint Stock Company, Moscow, e-mail: 603083@gmail.com;
[2]«Autonomous non-profit organization «Institute of testing and certification of weapons and military equipment» ANO INIS VVT», Moscow, e-mail: sidorin@inis.ru

Reducing the variability of processes and their results in management systems is achieved by various methods. One of them is risk-oriented thinking and risk management technology. The general approach, principles and methodology of risk management, regulated by international and Russian standards, are the basis for the subsequent development of methods and methodologies of risk management for specific applications. At the same time, despite the existence of various methods of identification, analysis, assessment and processing of risks that have their own advantages, limitations and disadvantages, there is still a need for methods and techniques that more effectively solve certain tasks in risk management and, accordingly, the efficiency of work on their creation. The purpose of the article is to present the results of the development of a method and methodology for managing critical risks for their neutralization or elimination. The solution to the problem of developing critical risk management is based on a conceptual risk model, and its main provisions and concepts such as: risk potential, risk structure, risk index, risk capacity, resource cost structure, cost stratification by resource types, risk sustainability. The analytical approach at the heart of the method makes it possible to increase the degree of objectivity of assessing the significance of risks, to justify decisions on prioritization of risks and requirements for resource support of work on their processing by calculating the potential of risks and resource costs.

Keywords: critical risks, risk potential, risk structure, risk index, risk neutralization, risk prioritization, resource stratification

Риск-ориентированное мышление в отношении всех видов деятельности в системе менеджмента качества организации, введенное Международными стандартами серии 9000 в 2015 г., предполагает и допускает возможность различных подходов к его реализации. Один из них – менеджмент риска. Согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2019 менеджмент риска – одна из составляющих менеджмента организации на всех уровнях её организационной структуры с целью повышения уверенности в постановке и достижения целей [1]. В определённых условиях (контекста) и независимо от вида деятельности в процессный подход к менеджменту риска на основе предложенных стандартом принципов включает такие его этапы, как оценка, анализ, идентификация и обработка риска.

В зависимости от результатов анализа, оценки рисков и идентификации организация выбирает наиболее эффективные методы обработки риска из числа известных, или разрабатывает собственные, руковод-

ствуясь для этого различными критериями. Критерии выбираются в зависимости от типа последствий реализации риска [2–4]. Соответственно, меры и методы обработки рисков могут выбираться из широкого спектра возможных вариантов, включая устранение, предотвращение или снижение риска, устранение источников риска, изменение последствий риска, изменение правдоподобности/вероятности опасного события, принятие риска, разделение и передачу риска, а также ряд других [5].

Необходимо отметить, что предлагаемые ГОСТ Р 58771-2019 критерии оценки риска для последующего выбора методов обработки риска не могут быть применены в отношении продукции военного назначения, атомной энергетики, авиационной космической техники и ряда других, являющихся потенциальным источником технических, технологических, техногенных, экологических и социальных рисков самых различных масштабов [5]. Оценка таких критических рисков – рисков безопасности при создании, хранении, транспортировании, применении, обслуживании, утилизации такой продукции по критериям финансовой, технико-экономической эффективности, целесообразности, ёмкости риска, риск-аппетита организации, а также по критериям SFAIRP и ALARP неприемлема.

Из-за недостаточности или отсутствия данных невысокая степень достоверности исключает использование хронологических данных для определения события или ситуации, случившихся в прошлом и допускающих возможность их появления в будущем. То же относится и к методам прогнозирования, и к экспертной оценке в систематизированном и структурированном процессе оценки вероятности риска.

Подход к определению значимости риска строится на оценке вероятности его реализации, неэффективен и в отношении инновационной, уникальной, технически и технологически сложной продукции. Это продукция, создаваемая и применяемая в единичных экземплярах или ограниченных количествах впервые и не имеющая «истории» накопления данных для статистической обработки и прогнозирования вероятности реализации рисков, применение и эксплуатация которой определяет безопасность жизнедеятельности, обороноспособность, энергонезависимость, экологические и другие не менее важные показатели.

Другие особенности и недостатки применения существующих методов оценки и обработки рисков или ограничивают, или исключают возможность их применения в отношении таких рисков, критически значимых по своим последствиям.

В их числе – субъективный характер методов идентификации, прогнозирования последствий, анализа, оценки вероятности и значимости рисков (ALARP, HAZOP, метод Дельфи, мозговой штурм, дерево целей, FMEA, анализ дерева ошибок и анализ дерева событий и др.). Отсутствие во многих случаях объективной информации о плотности распределения случайных величин – факторов риска снижает или исключает возможность непредвзятой и достоверной оценки вероятности возникновения риска.

Оценка вероятности реализации риска ограничена отсутствием достаточного объёма апостериорной информации для объективной и достоверной. Отсутствуют (как правило) методы и средства раннего обнаружения, предупреждения факторов риска. Оценка значимости риска так же (как правило) субъективна и, следовательно, недостоверна. Вычисление ПЧР ориентируется на возможности и ресурсы организации. Неэффективно также и применение одного метода менеджмента рисков к различным процессам (в частности, FMEA – наиболее распространенного, но не являющегося универсальным).

Критерием оценки рисков безопасности такой продукции на всех стадиях жизненного цикла может быть только одно условие: исключение рисков любой ценой, даже если эта деятельность в рассматриваемый период экономически неэффективна и носит затратный характер. Смысл этого условия – обеспечение безопасности, качества, конкурентоспособности продукции, исключение рисков потери заказов и репутации организаций-разработчиков и поставщиков продукции в рамках военно-технического сотрудничества.

Безусловная обработка критически значимых рисков, принятие мер по их предотвращению независимо от затрат в отношении продукции атомной, космической, авиационной, медицинской, автомобильной, железнодорожной и других отраслей, выпускающих и/или применяющих высокотехнологичную наукоемкую продукцию, обоснована ещё одним обстоятельством. Это – отличия в подходах к менеджменту риска на различных стадиях жизненного цикла продукции. Объясняются эти отличия многократно возрастающей значимостью риска при переходе от ранних к поздним стадиям жизненного цикла по известному правилу кратного увеличения затрат. Цена риска потери или снижения безопасности, надежности, других показателей качества продукции военного назначения, атомной

энергетики, авиационной, космической, радиоэлектронной, телекоммуникационной и других высокотехнологичных отраслей промышленности на этапах применения, использования, эксплуатации оказывается сопоставимой с их стоимостью или превосходит её.

Такой подход к оценке и безусловному принятию мер в отношении идентифицированных критически значимых рисков требует поиска и реализации возможностей для их исключения или нейтрализации.

С этой целью в настоящей работе представлена концептуальная модель риска, позволяющая получить количественную оценку его значимости и затрат на реализацию возможностей для его исключения или нейтрализации.

1. Концептуальная модель менеджмента критически значимых рисков

Совокупность структуры, основных элементов и их связей и принципов составляет содержание концептуальной модели менеджмента критически значимых рисков. В основе модели альтернативного подхода к известным и представленным в ГОСТ Р 58771-2019 технологиям менеджмента риска следующие принципы и основные положения.

Объект менеджмента – критически значимые риски в процессах создания, применения и эксплуатации продукции, реализация которых недопустима по причинам угрозы безопасности жизнедеятельности пользователей, причинения ущерба социальной и окружающей среде. Цель менеджмента таких критически значимых рисков – их безусловное исключение или нейтрализация.

В представленном подходе процесс или вообще любая деятельность рассматривается как работа с определенной целью, совершаемая с привлечением различных видов ресурсов. Соответственно, риск – потенциальная энергия, высвобождающаяся при определенных обстоятельствах и выполняющая работу, противодействующую деятельности, процессу и приводящая к недостижению поставленной цели процесса, деятельности (рис. 1).

Менеджмент критически значимых рисков осуществляется безусловно, независимо от степени вероятности их реализации, привлекая для этого все необходимые ресурсы.

Факторы риска – идентифицированные условия, влияющие на способность достижения цели процесса, деятельности.

Менеджмент критически значимых рисков состоит в поэтапном выполнении следующих действий:

– идентификация рисков;

– определение потенциала каждого из рисков процесса, вида деятельности и их совокупности;

– приоритизация рисков – ранжирование рисков по их потенциалу (значимости, степени критичности);

– выявление, оценка и реализация возможностей обработки риска – предотвращения, исключения, нейтрализации риска, какого-либо иного воздействия на риск;

– оценка эффективности воздействия на риски процесса, деятельности;

– мониторинг последствий реализации возможностей воздействия на риски процесса, деятельности, выявление возможностей для улучшения и их реализация.

Анализ и оценка последствий (потерь, ущерба) R_i от реализации i-го риска – этап, следующий за этапом идентификации рисков.

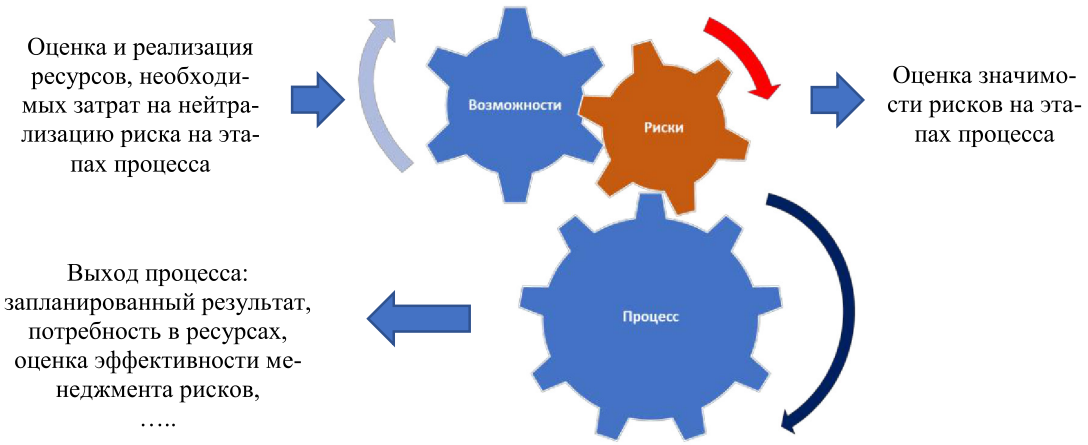


Рис. 1. Риски и возможности в достижении цели процесса

Реализация риска в процессе или в каком-либо ином виде деятельности приводит к отклонению полученного результата от установленной цели или к её недостижению. Воздействие факторов риска, значимость риска оценивается по степени отклонения получаемого результата от запланированного значения, т.е. по изменению результативности процесса, степени вариабельности отдельных показателей результативности вследствие реализации риска.

В общем случае значимость риска может быть оценена по различным показателям в соответствующих этим показателям единицах измерения, как в абсолютных, так и в относительных. Выбор показателей и единиц измерения определяется с учетом вида и особенностей процесса. Для производственных процессов такими показателями результативности могут быть, в частности: сроки выполнения процедур и процесса в целом, количество единиц продукции на выходе процесса, процент выхода годных единиц продукции, показатели дефектности, технологичности, материалоёмкости, стоимостные показатели, своевременность поставки ресурсов, или снижения их качества.

Оценка значимости риска процессов в стоимостных показателях позволяет оценивать и сравнивать риски различных процессов и видов деятельности независимо от вызывающих их факторов. Единая шкала оценки значимости рисков в стоимостных показателях позволяет также оценить и сопоставить ущерб от каждого из рисков в совокупности рисков процесса, квалифицировать их по значимости, распределить их по очередности принятия мер воздействия на них, определить затраты на реализацию возможностей для их обработки.

Результат процесса или какой-либо иной деятельности представляет собой сумму результатов N последовательно выполняемых процедур, элементов, этапов n_i, измеряемый в относительных безразмерных стоимостных показателях: $N = \sum_{1}^{N} n_i$.

Достижение цели и получение запланированного результата процесса требует энергии для выполнения работы по преобразованию необходимых различных видов ресурсов – материальных, человеческих, финансовых, информационных и др. Потенциально возможное противодействие выполнению работ в процессе и вследствие этого полное или частичное недостижение целей процесса также потребует соответствующей энергии – энергии риска. Риск в процессе или каком-либо виде деятельности представляет собой потенциальную энергию, высвобождающуюся при определённых обстоятельствах.

Полная энергия процесса или иной подобной деятельности $E_{\Sigma пр.}$ включает энергию работы по достижению цели процесса $E_{пр.}$, потенциальную энергию воздействий, препятствующих выполнению работ по достижению цели процесса, т.е. потенциальную энергию всех рисков $R_{\Sigma i}$-, и энергию $V_{\Sigma i}$, необходимую для нейтрализации рисков, или, в общем случае, для любых действий по их обработке:

$$E_{\Sigma пр.} = E_{пр.} + R_{\Sigma i} + V_{\Sigma i}. \quad (1)$$

Реализация риска – воздействие высвобожденной энергии риска проявляется в отступлении от запланированного порядка выполнения как на всей совокупности N процедур процесса, так и на отдельных их них. Результат реализации рисков процесса – полное или частичное недостижение цели процесса, отклонение от запланированного значения полученного результата в какой-либо деятельности. Возможные последствия реализации рисков процесса оцениваются потенциалом рисков $R_{\Sigma i}$.

Из соотношения (1) условие максимально возможного достижения цели процесса – исключение, или нейтрализация рисков реализацией соответствующих возможностей, требующих для этого энергии не меньшей потенциала риска:

$$- V_{\Sigma i} \geq R_{\Sigma i}. \quad (2)$$

Требуемый потенциал для реализации риска того или иного процесса, или «ёмкость» риска, определяется видом риска, в том числе последствиями и причинами, его вызвавшими, количеством процедур, операций, этапов процесса. Реализация каждого i-го риска на одном его элементе, процедуре, этапе процесса n_i осуществляется работой высвобожденной части энергии риска на элементе процесса Δn_i: $F_i = r_i \Delta n_i$. Элементарный риск ΔR_i – квант высвобождаемого потенциала риска, воздействие, работа которого F_i вызывает нарушение в запланированном порядке выполнения процесса, или делает невозможным выполнение простейшей (элементарной) операции, процедуры на одном этапе процесса n_i: $\Delta R_i = n\, r_i \Delta n_i$.

Последствия реализации i-го риска в том или ином процессе оцениваются по отклонению результата процесса от запланированного значения в безразмерных единицах – в долях *«m»* относительно цены, стоимости или себестоимости продукции $P_{пр}$. или какого-либо иного запланированного результата рассматриваемого процесса, деятельности.

2. Метод менеджмента критически значимых рисков

Оценка последствий риска учитывает значимость влияния факторов риска по следующим аспектам:

– ущерб, потери вследствие снижения уровня качества продукции, изменения показателей назначения продукции, процесса, изменения или полной потери функциональных свойств продукции, результата процесса. Это так называемые функциональные потери $m_ф$ вследствие реализации *i*-го риска процесса;

– ущерб от снижения уровня безопасности продукции (процесса) – последствия снижения или полного несоответствия требованиям к показателям безопасности продукции (процесса). Это так называемые потери безопасности $m_б$ вследствие реализации *i*-го риска процесса;

– материальные потери $m_м$, или непроизводительные затраты, избыточный расход ресурсов вследствие реализации *i*-го риска процесса;

– ущерб от потери или снижения уровня конкурентоспособности $m_к$, удовлетворённости потребителей и других заинтересованных сторон вследствие реализации *i*-го риска процесса;

– ущерб от снижения уровня доверия к разработчику, изготовителю, или поставщику продукции. Это так называемые репутационные потери $m_р$ вследствие реализации *i*-го риска процесса.

Вид риска определяется совокупностью этих пяти составляющих, входящих в структуру каждого риска, общую для всех видов рисков в различных процессах, видах деятельности. Отличаются риски количественными значениями каждой из пяти компонент риска и их соотношением в каждом из рисков. Для каждого *i*-го риска процесса последствия (потери, ущерб) от его реализации _ сумма оценок последствий m_j по каждому из пяти рассмотренным выше аспектов с учётом их значимости (веса) k_j в том или ином процессе:

$$m_{j\Sigma} = \sum_{1}^{5} k_j m_j \quad (\text{где } \sum_{1}^{5} k_j = 1). \qquad (3)$$

Вместе с общей структурой, каждый из рисков уникален по виду, причинам, месту возникновения, условиям и последствиям реализации. Уникальность риска определяется количественными значениями компонент в структуре риска, их соотношением и последствиями реализации на каждом из этапов, в процедурах и операциях при выполнении процесса. Уникальность, особое влияние и воздействие на процесс, присущее конкретно данному *i*-му риску, характеризует индекс риска.

Индекс риска $r_i = m_{j\Sigma i}$ – это собственная характеристика риска, сумма количественных значений каждой из пяти компонент риска с их весовыми коэффициентами в структуре риска (рис. 2).

Это собственная характеристика риска, относящаяся к данному риску. Каждая из компонент в расчёте индекса риска приобретает значения от 0 до 1 в относительных единицах. Расчётные значения каждой из компонент для различных видов рисков различны, что и отражает их специфику и вклад каждой из компонент в оценку индекса риска. Количественное значение индекса риска соответствует площади пятиугольника, ограниченного сторонами – линиями, связывающими расчётные значения каждой из пяти компонент риска.

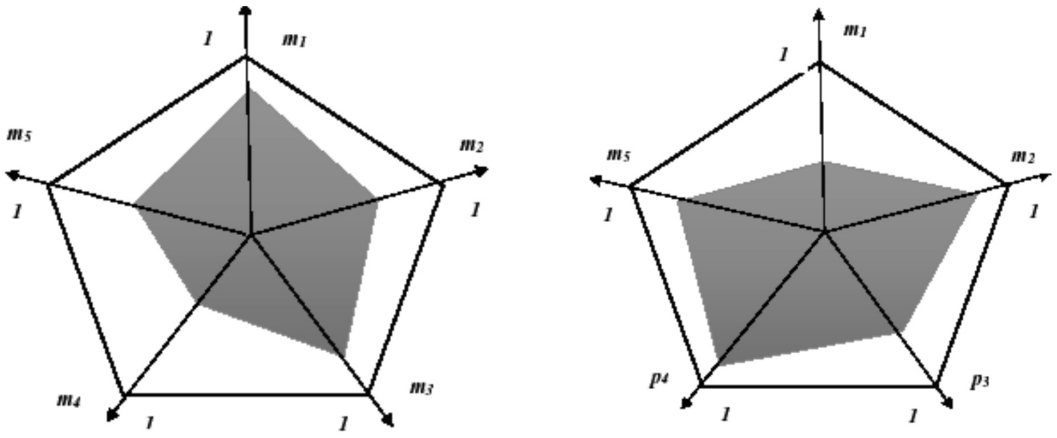


Рис. 2. Структура и компоненты индекса риска двух различных видов риска (а – риск R_1, б – риск R_2)

Общая для всех рисков структура, относящаяся к конкретно данному риску и к каждому его этапу, процедуре, элементу, с отличиями в значениях и их соотношений представлена в матрице риска (табл. 1).

Таблица 1

Структура риска – матрица компонент риска

m_j \ k_j	$k_ф$	$k_б$	$k_м$	$k_к$	$k_р$
$m_ф$	$k_ф m_ф$				
$m_б$		$k_б m_б$			
$m_м$			$k_м m_м$		
$m_к$				$k_к m_к$	
$m_р$					$k_р m_р$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j$					

В табл. 2 и 3 в качестве примеров приведены структура и компоненты индексов двух различных рисков, в которых значимость каждой из компонент определяется степенью их влияния на конечный результат и особенностью того или иного процесса. Так, например, структура и компоненты индекса риска r_1 для какого-либо производственного процесса, например процесса изготовления, сборки, верификации, валидации продукции, значимость риска изменения или полной потери функциональных свойств продукции $m_ф$, или её безопасности $m_б$, материальных потерь $m_м$ выше, чем значимость риска снижения уровня конкурентоспособности результатов процесса $m_к$, или репутационных потерь $m_р$ (табл. 2).

И напротив, структура и компоненты индекса риска r_2 для таких, например, процессов, как «Маркетинг», «Исследования и разработка продукции», «Анализ выполнения договоров/контрактов», «Послепродажное обслуживание продукции», более значимыми становятся риски снижения уровня доверия к разработчику $m_р$, изготовителю/поставщику, риск снижения уровня конкурентоспособности продукции или организации-поставщика $m_к$ (табл. 3).

Таблица 2

Структура и компоненты индекса риска r_1

Структура индекса риска r_1					
m_j \ k_j	$k_ф = 0{,}4$	$k_б = 0{,}4$	$k_м = 0{,}1$	$k_к = 0{,}05$	$k_р = 0{,}05$
$m_ф = 0{,}4$	$k_ф m_ф = 0{,}16$				
$m_б = 0{,}4$		$k_б m_б = 0{,}16$			
$m_м = 0{,}1$			$k_м m_м = 0{,}01$		
$m_к = 0{,}05$				$k_к m_к = 0{,}0025$	
$m_р = 0{,}05$					$k_р m_р = 0{,}0025$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j = 0{,}335$					

Таблица 3

Структура и компоненты индекса риска r_2

Структура индекса риска r_2					
m_j \ k_j	$k_ф = 0{,}05$	$k_б = 0{,}05$	$k_м = 0{,}1$	$k_к = 0{,}4$	$k_р = 0{,}4$
$m_ф = 0{,}04$	$k_ф m_ф = 0{,}0020$				
$m_б = 0{,}06$		$k_б m_б = 0{,}0030$			
$m_м = 0{,}10$			$k_м m_м = 0{,}01$		
$m_к = 0{,}35$				$k_к m_к = 0{,}14$	
$m_р = 0{,}45$					$k_р m_р = 0{,}18$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j = 0{,}335$					

Расчёт и установление количественных значений компонент в структуре риска позволяет перейти от общей модели к структуре риска конкретного процесса. Компоненты m_j рассчитываются в безразмерных единицах – в долях от стоимостных показателей продукции, или иных целевых показателей процесса, какой-либо иной деятельности. Весовые показатели рассчитываются или, в случае невозможности расчётной оценки, устанавливаются экспертным методом на основе анализа вклада каждой из компонент в структуру риска и учёта особенностей продукции, процесса, услуги, иного вида деятельности.

Потенциал, или «ёмкость» риска, оцениваемая по величине потерь вследствие реализации риска, наносимому ущербу процессу, его результатам, продукции, виду деятельности, или иному объекту, подверженному риску, определяются исходя из следующих положений.

Работа F_i элементарного риска ΔR_i приводит к полному или частичному недостижению поставленной цели, отклонению полученного результата от запланированного значения. Оценка элементарного риска – размер негативных последствий, ущерба от риска на одном элементе – процедуре, операции, этапе процесса.

Это также и доля энергии, требуемая для нейтрализации риска – удержания риска от реализации на одном элементе, процедуре, этапе процесса.

Потенциал риска, достаточный для недостижения цели процесса в целом, при равномерном распределении воздействия энергии риска по процедурам, операциям, этапам, процесса составит

$$R_i = \Sigma F_i N = r_i \Delta n_i \sum_1^N n_i . \qquad (4)$$

Однаков реальных процессах влияние факторов риска на процедуры процесса неравномерно. Воздействие энергии риска по процессу распределяется неравномерно от начальных к последующим этапам. При неравномерном распределении энергии риска по процессу потенциал риска целесообразно оценивать как сумму элементов энергии риска dR_i, реализуемых на бесконечно малых его этапах dn_i. Используя для описания воздействия риска бесконечно малые величины, выражение для потенциала риска в отношении одного элемента, процедуры, операции процесса преобразуется в дифференциальное уравнение:

$$dR_i = r_i n_i dn_i . \qquad (5)$$

Значимость i-го риска R_i процесса оценивается его потенциалом, степенью влияния на достижение цели процесса. Формула для потенциала риска процесса, любого другого вида деятельности получается из решения уравнения (5):

$$R_i = r_i \int_0^N r_i dn_i = ½ (r_i n_i^2). \qquad (6)$$

Степень несоответствия достигнутых и запланированных результатов определяется долей реализованной энергии риска, направленной на нарушение установленного порядка выполнения процесса и достижения его цели, и является мерой значимости риска. Величина потерь, размера ущерба от каждого i-го риска увеличивается от предыдущих к последующим этапам процесса. Для процесса в итоге значимость каждого риска устанавливается его потенциалом, пропорциональным индексу значимости риска r_i и согласно количеству этапов процесса (его процедур, элементов, операций) n (рис. 3).

Удельный вес каждого i-го риска процесса R_i представляет собой критерий для определения значимости рисков – ранжирования и принятия решения в соответствии с очередностью воплощения способов – предотвращения, ослабления, нейтрализации, передачи, принятия и др.

Возможность нейтрализации или ослабления риска определяется соотношением потенциала риска и необходимого для реализации возможностей ресурса $V \geq R_i$ (2), стратифицированного по отдельным его видам. Реализация возможностей для обработки каждого i-го риска процесса требует использования совокупности различных видов ресурсов в необходимом соотношении и объёме. Структура совокупного ресурса для реализации возможностей по обработке риска включает пять основных из них p_j:

p_1 – материальные ресурсы (оборудование, производственные условия, инфраструктура и др.);

p_2 – финансовые ресурсы (закупки, оплата труда);

p_3 – человеческие ресурсы (руководители, исполнители процессов, привлечённые специалисты по менеджменту риска, консультанты и др.);

p_4 – информационные ресурсы (информационные технологии, программные средства, оборудование);

p_5 – временные ресурсы.

Различные риски и каждый из них на этапах процесса отличаются объёмом и соотношением компонент в структуре совокупного ресурса, требуемого для их обработки.

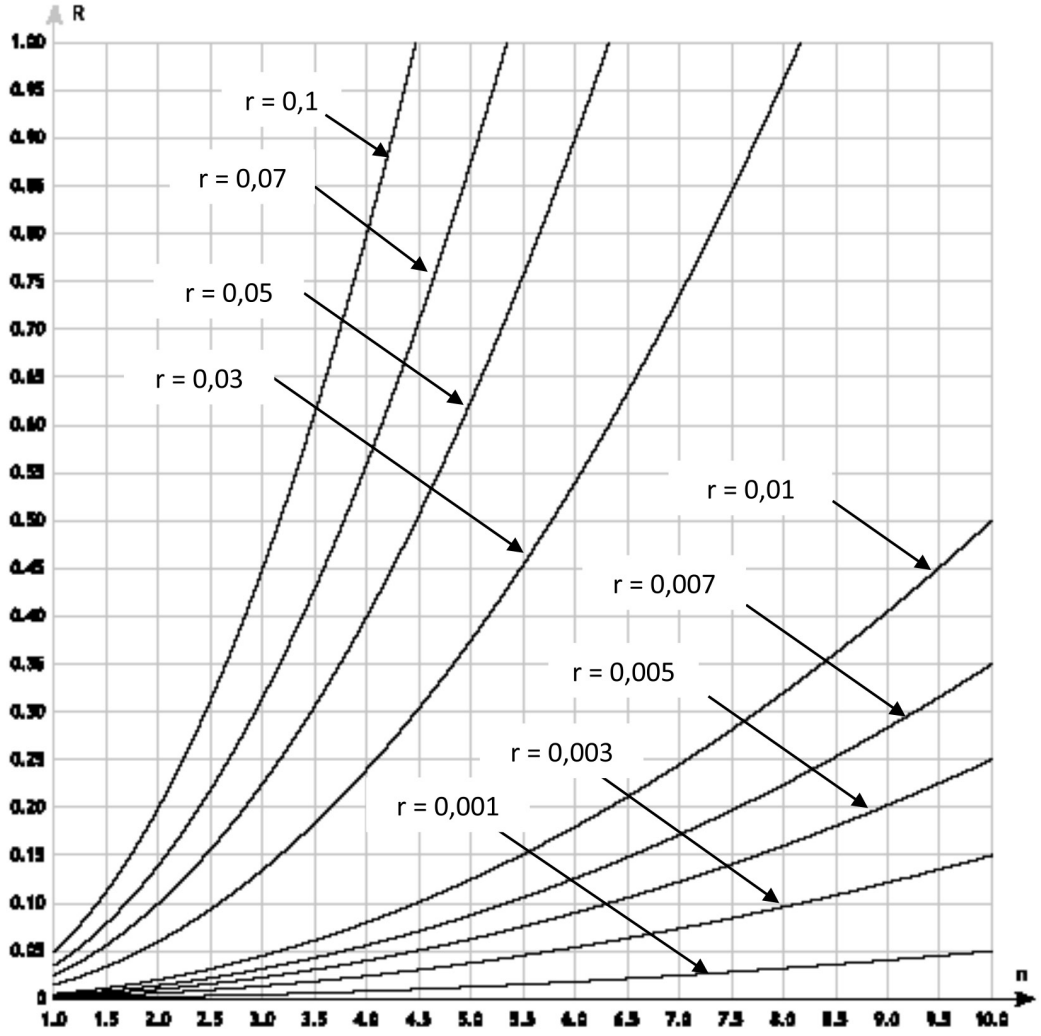


Рис. 3. Зависимость потенциала рисков с различными индексами риска r_i от продолжительности процесса – количества этапов n

В структуре совокупного ресурса V_i для обработки риска пять основных видов ресурсов p_j, суммируемых с соответствующими весовыми коэффициентами l_j:

$$V_i = \sum_1^5 l_j p_j \quad (\text{где } \sum_1^5 l_j = 1). \qquad (7)$$

Структура совокупных ресурсов для реализации возможностей с целью обработки риска представлена в табл. 4.

Значения каждого из видов ресурсов p_j рассчитываются и оцениваются в безразмерных единицах в долях от стоимостных показателей продукции, целевых показателей процесса, результатов какой-либо иной соответствующей деятельности. Оценка каждого из видов ресурсов принимает значения от 0 до 1 (рис. 4).

Таблица 4

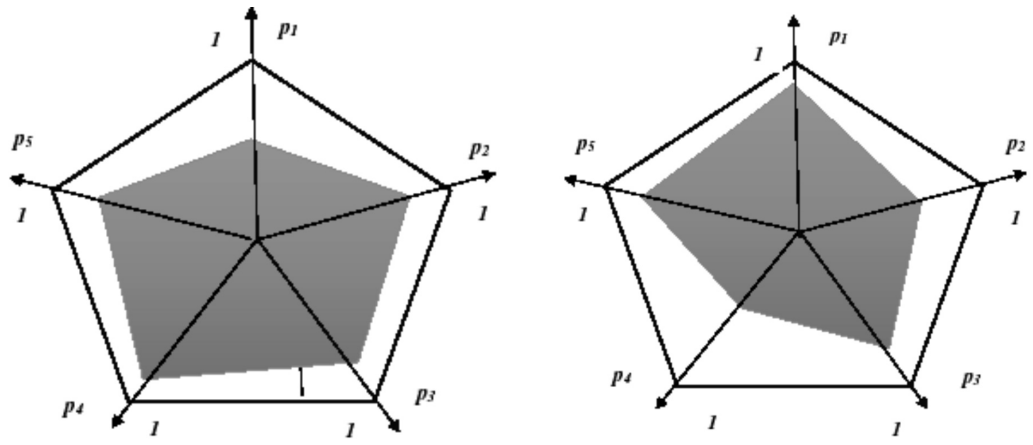
Структура совокупного ресурса V_i для реализации возможностей по обработке *i*-го риска

p_j \ l_j	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
p_1	l_1p_1				
p_2		l_2p_2			
p_3			l_3p_3		
p_4				$l_4p_к$	
p_5					$l_5p_р$
$v_i = \sum_1^5 l_j p_j$ (где $\sum_1^5 l_j = 1$)					

Весовые коэффициенты l_j устанавливаются расчётным или, в случае невозможности, экспертным методом, на основе анализа потребности в каждой из компонент в структуре совокупного ресурса для обработки риска. Значения составляющих в структуре совокупного ресурса отличаются для различных рисков, что иллюстрирует рис. 4, где представлена структура и значения ресурсов пяти видов для обработки двух различных рисков.

Возможные варианты соотношения компонент в структуре ресурсов для обработки двух различных рисков представлены в табл. 5 и 6. Значимость каждой из компонент определяется потребностью в её воздействии на факторы риска. Так, в частности, соотношение компонент в структуре ресурсов для нейтрализации риска неэффективного взаимодействия с потребителем по вопросам гарантийного обслуживания продукции (рис. 5, а) свидетельствуют о более высокой востребованности и значимости информационных и финансовых ресурсов (табл. 5).

Представленная на рис. 5, б, в качестве примера структура ресурсного обеспечения нейтрализации риска повышения дефектности из-за применения устаревшего оборудования в технологическом процессе свидетельствует о большей востребованности материальных p_1, финансовых p_2, человеческих p_3 и временных p_5 ресурсов (табл. 6).



а) *б)*

Рис. 4. Структура совокупных ресурсов для обработки двух различных рисков процесса (а – риск R_1, б – риск R_2)

Таблица 5

Структура и компоненты ресурсного обеспечения нейтрализации риска неэффективного взаимодействия с потребителем продукции по вопросам гарантийного обслуживания продукции

Структура затрат ресурсов для обработки риска					
l_i / p_i	$l_1 = 0{,}1$	$l_2 = 0{,}1$	$l_3 = 0{,}2$	$l_4 = 0{,}3$	$l_5 = 0{,}3$
$p_1 = 0{,}5$	$l_1 p_1 = 0{,}05$				
$p_2 = 1{,}0$		$l_2 p_2 = 0{,}10$			
$p_3 = 0{,}5$			$l_3 p_3 = 0{,}01$		
$p_4 = 5$				$l_4 p_4 = 1{,}50$	
$p_5 = 3$					$l_5 p_5 = 0{,}90$
$V_i = \sum_1^5 l_i p_i = 2{,}56$					

Таблица 6

Структура и компоненты ресурсного обеспечения нейтрализации риска повышения дефектности из-за применения устаревшего оборудования

Структура затрат ресурсов для обработки риска					
li / p_i	$l_1 = 0{,}25$	$l_2 = 0{,}30$	$l_3 = 0{,}2$	$l_4 = 0{,}3$	$l_5 = 0{,}15$
$p_1 = 12{,}0$	$l_1 p_1 = 3{,}0$				
$p_2 = 15{,}0$		$l_2 p_2 = 4{,}5$			
$p_3 = 5{,}0$			$l_3 p_3 = 1{,}0$		
$p_4 = 0{,}4$				$l_4 p_4 = 0{,}12$	
$p_5 = 4$					$l_5 p_5 = 0{,}60$
$V_i = \sum_1^5 l_i p_i = 9{,}22$					

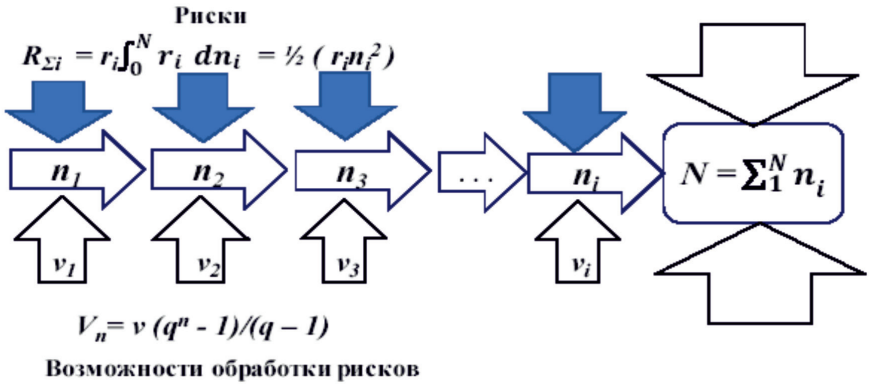


Рис. 5. Риски и возможности их обработки на этапах процесса

В процессах управления, обмена информацией с потребителями, поставщиками, соисполнителями информационные ресурсы, информационные технологии, программные средства и соответствующее оборудование, финансовые ресурсы могут быть востребованы в большем объёме, чем в производственных процессах, где в большей степени преобладать будет потребность в материальных, человеческих и временных ресурсах.

В случае невозможности нейтрализации риска до начала работ в процессе, на его первом этапе затраты ресурсов на реализацию возможностей для обработки риска на последующих этапах процесса возрастают. Как значимость риска, так и, соответственно, возможности для обработки риска распределяются по процессу неравнозначно. Объём требуемых ресурсов на выполнение действий по обработке риска кратно возрастают от начальных к последующим этапам процесса, а в последовательности процессов – от процессов предшествующих к процессам последующим (рис. 5).

Затраты на нейтрализацию i-го риска на n-м этапе процесса определяются из следующего соотношения:

$$V_{ni} = v_1 (q^n - 1), \quad (8)$$

где v_i – затраты на обработку (предотвращение, нейтрализацию, ослабление, в частности) i-го риска на первом этапе процесса, n – количество этапов процесса, q – кратность увеличения затрат ресурсов на реализацию возможностей по обработке риска.

Сумма кратно возрастающих в геометрической прогрессии затрат $V_{\Sigma n}$ на реализацию возможностей по обработке/предотвращению или нейтрализации i-го риска на всех n этапах (процедур, операций, элементов) процесса, определяется следующим соотношением:

$$V_{\Sigma ni} = v_i (q^n - 1)/(q - 1). \quad (9)$$

Затраты ресурсов на реализацию возможностей для обработки риска при различной кратности их поэтапного увеличения q на n этапах процесса характеризует

коэффициент затрат $t = V_{\Sigma ni}/V_i$ – затраты ресурсов для обработки риска по всему процессу, нормированные к затратам ресурсов, требуемых для реализации риска на первом этапе процесса (рис. 6).

Зависимости, представленные на рис. 6, иллюстрируют необходимость в значительном увеличении потребности в ресурсах для реализации возможностей по обработке риска на каждом из последующих этапов процесса. Возможность, преимущество и эффективность нейтрализации рисков на первом этапе процесса требует достоверной идентификации компонент в структуре затрат ресурсов.

Условием достаточности ресурсов V_j для нейтрализации всех m рисков $R_{\Sigma ni}$ j-го процесса на всех n его этапах является следующее соотношение:

$$V_j = \sum_{i=1}^{m} \gamma_j V_{\Sigma ni} \geq R_j = \sum_{i=1}^{m} \delta_j R_{\Sigma ni}. \qquad (10)$$

Потребность в большем или меньшем объёме ресурсов, требуемых для обработки риска, а также равномерность распределения затрат по этапам процесса косвенно может свидетельствовать о меньшей или большей соответственно устойчивости процесса, иной деятельности в отношении воздействия факторов риска. Показателем риск-устойчивости процесса может служить соотношение требуемых затрат для обработки риска на первом его этапе и индекса риска v/r_i. Его уменьшение при прочих равных условиях (кратности поэтапного увеличения затрат на обработку риска q и количестве этапов процесса n) – свидетельство равномерного распределения затрат на обработку риска по этапам процесса и более высокой устойчивости процесса к риску (рис. 7):

$$v_1/r_i \geq n^2 (q - 1)/2(q^n - 1). \qquad (11)$$

Его величина – мера достаточности ресурсов для нейтрализации или, в общем случае – обработки риска на каждом из n этапов процесса.

3. Методика менеджмента критически значимых рисков

Последовательность действий по менеджменту рисков рассмотренным методом включает:

– идентификацию каждого из совокупности рисков процесса *Ri*;

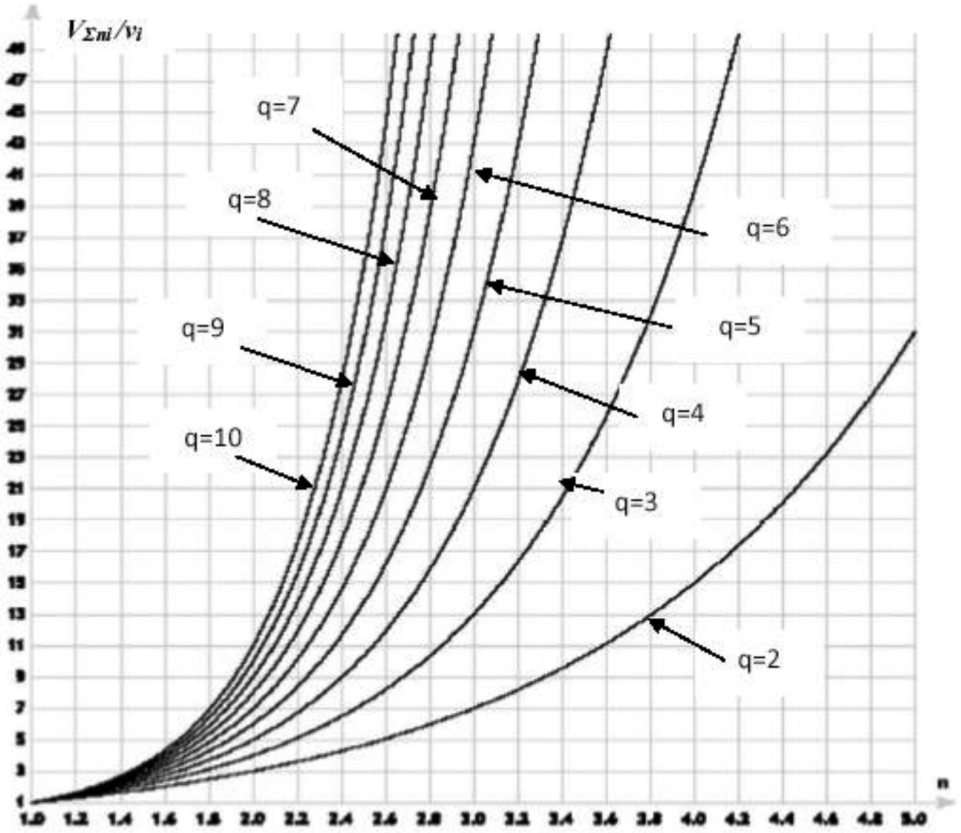


Рис. 6. Зависимость относительных затрат на реализацию возможностей обработки риска в процессе от кратности их поэтапного возрастания q

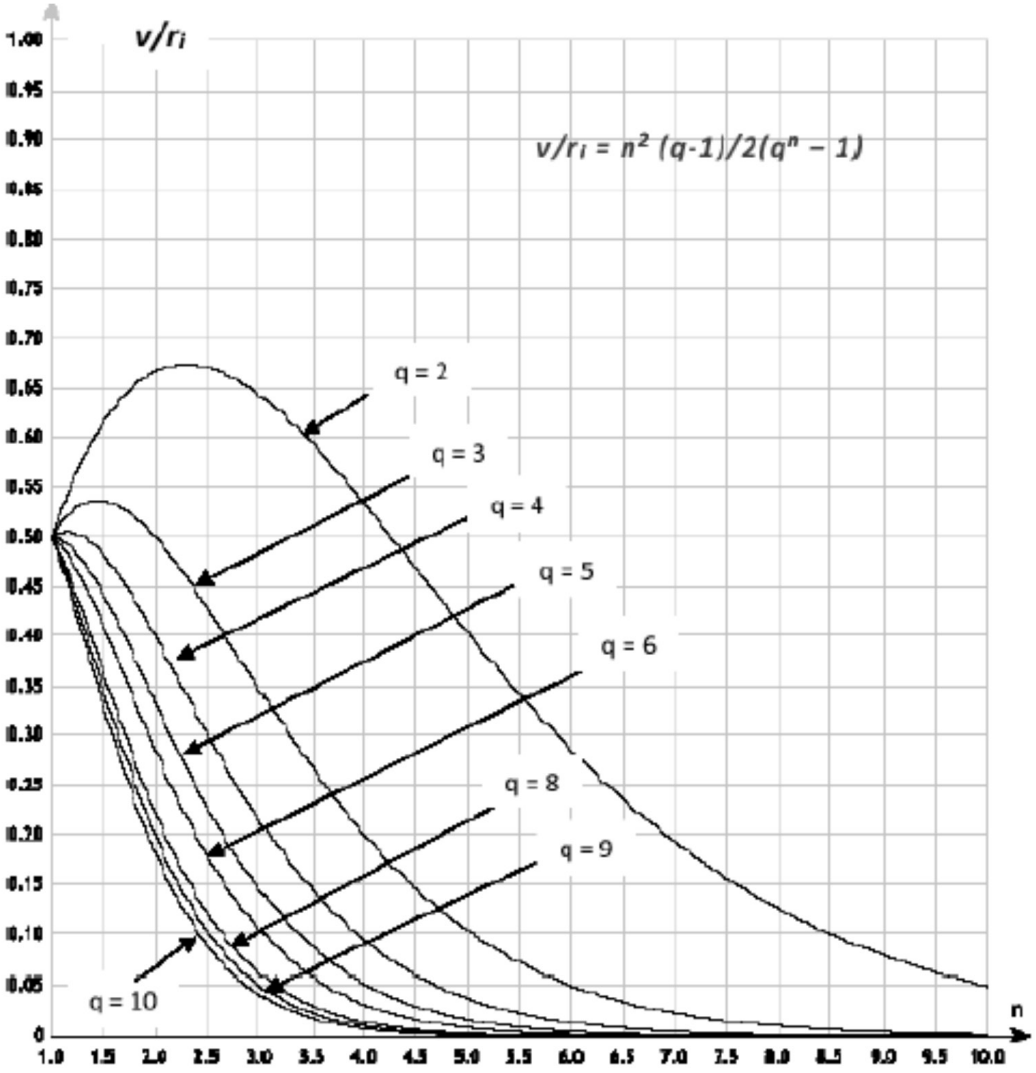


Рис. 7. Зависимость относительных затрат ресурсов на нейтрализацию риска на первом этапе от числа этапов процесса – показатель риск-устойчивости процесса

– расчёт индекса каждого риска процесса r_i по формуле (1);

– расчёт потенциала каждого риска по формуле (2): $Ri = ½ (r_i n_i^2)$;

– ранжирование рисков по потенциалу (значимости последствий реализации) и приоритизация по критерию: $R(i\text{-}_1) > Ri > R_{(i+1)}$;

– расчёт суммарного потенциала всех рисков процесса $R_{\Sigma i} = \sum_1^n \gamma_i R_i$ (где γ_i – коэффициенты значимости каждого из n рисков процесса);

– определение минимально необходимого совокупного ресурса V_i для реализации возможностей нейтрализации риска на первом этапе процесса по рассчитанному индексу риска r_1: $V_i \geq (r_i n_i^2)/2$;

– стратификацию по видам ресурсов затрат на реализацию возможностей нейтрализации риска $V_i = \sum_1^5 l_j p_j$;

– оценку затрат ресурсов V_n для реализации возможностей нейтрализации i-го риска на n-ом этапе процесса, как $V_n = v_1 (q^n – 1)$;

– оценку суммарных ресурсов на реализацию возможностей нейтрализации i-го риска на n этапах процесса: $V_{\Sigma i} = v_1 (q^n – 1)/(q – 1)$;

– определение и планирование затрат на реализацию возможностей воздействия на все риски процесса;

– определение экспериментально (или по результатам прогнозирования, моделирования, расчётов) отклонения ΔC_0 получаемого результата процесса C_{p1} от его запла-

нированного значения $C_{пл}$ до выполнения действий по нейтрализации рисков:

$$\Delta C_0 = |C_{p1} - C_{пл}|;$$

– внедрение в процесс и выполнение действий по реализации возможностей нейтрализации рисков;

– определение отклонения ΔC_{p2} получаемого результата процесса C_{p2} от его запланированного значения $C_{пл}$ после выполнения действий по нейтрализации рисков: $\Delta C_p = |C_{p2} - C_{пл}|$; накопление данных и оценка эффективности менеджмента рисков в процессе как: $Э_p = 1 - \Delta C_p / \Delta C_0$;

– мониторинг процесса и менеджмента рисков в нём, выявление неустраненных и вторичных рисков;

– разработку и внедрение изменений в менеджмент рисков в процессе, улучшение менеджмента рисков и процесса в целом;

– повторение цикла менеджмента рисков процесса.

Планирование и выполнение работ по представленной методике требует комплексного подхода – участия как непосредственных исполнителей процессов, так и других участвующих в менеджменте качества должностных лиц и структурных подразделений организации (рис. 8).

Расчёт индекса риска по пяти его составляющим включает в себя анализ последствий от реализации факторов риска по всей системе процессов. Поэтому задача достоверной оценки индекса риска выходит за рамки одного процесса и представляет комплексную проблему, в решении которой должны принимать участие как непосредственные руководители и исполнители процессов, высшее руководство организации, обеспечивающие структурные подразделения.

Рис. 8. Функции участников работ по менеджменту рисков

Так, непосредственные исполнители работ по менеджменту риска – владельцы и исполнители процессов – осуществляют в соответствии с документированной процедурой и методикой идентификацию рисков и на основе результатов анализа прогнозируемой прослеживаемости последствий реализации рисков в системе процессов рассчитывают значения индекса рисков. Расчёт потенциала рисков, последующая оценка значимости и приоритизация рисков становятся основанием для последующих работ по выявлению возможностей для нейтрализации рисков, определению объёма требуемых для этого затрат – оценки ёмкости рисков, стратификации затрат по видам ресурсов для нейтрализации рисков.

Последующая работа по нейтрализации (обработке) рисков, оценке эффективности менеджмента рисков, управление изменениями в процессах по результатам менеджмента рисков, выявление вторичных рисков и улучшение выполнения процедуры менеджмента рисков в каждом новом цикле осуществляется непосредственно исполнителями процессов.

Технико-экономический анализ, расчёт индекса риска, ранжирование рисков по значимости и приоритизации, а также определение и стратификация затрат на нейтрализацию рисков сопровождает планово-финансовое структурное подразделение.

Координацию работ по менеджменту рисков процессов, как в масштабе организации, так и в процессах во внешней среде, осуществляет служба качества своим участием в разработке, документировании и внедрении процедуры менеджмента рисков в процессы организации. Систематичность менеджмента рисков обеспечивается также прослеживаемостью и анализом последствий реализации, мониторингом, внутренним аудитом и оценкой эффективности менеджмента рисков в системе процессов под управлением службы качества. Системный характер менеджмента рисков также достигается деятельностью службы качества по управлению изменениями во всех процессах организации по результатам менеджмента рисков, информированием всех участников и заинтересованных сторон, разработкой и внедрением мер с целью улучшения.

Административно-хозяйственное структурное подразделение, логистические и другие обеспечивающие службы организации осуществляют ресурсную поддержку менеджмента рисков.

Высшее руководство организации по результатам рассмотрения и анализа полученных данных о деятельности всех участников работ по менеджменту рисков, эффективности менеджмента рисков принимает соответствующие управленческие решения.

Заключение

Особенность представленного метода – акцент на определение и обоснование технико-экономическими расчётами затрат ресурсов на нейтрализацию рисков. Необходимость комплексного подхода и вовлечения в менеджмент рисков всех процессов системы менеджмента, планово-финансовых, экономических, административно-хозяйственных, материально-технических, логистических структурных подразделений и служб организации выводит менеджмент риска на системный уровень не только в масштабе организации, но и на уровень менеджмента рисков во взаимодействии с поставщиками, потребителями, соисполнителями, аутсорсинговыми организациями, в цепи поставок.

В таком подходе необходимость прогнозирования и прослеживания возможного влияния факторов риска в одном процессе на другие процессы в организации, технико-экономический расчёт индекса рисков и их значимости деятельность по менеджменту риска позиционирует в качестве инструмента анализа процессов и развития системы менеджмента качества организации в целом.

Аналитический этап в менеджменте рисков представленным методом становится инструментом управления эффективностью в деятельности организации посредством определения структуры риска и структуры ресурсов, требуемых для их обработки. Результат аналитического этапа – прослеживаемость влияний компонент рисков и оценка ёмкости риска. Прослеживаемость позволяет выявить и оценить последствия рисков в системе процессов организации, а также во взаимодействии с внешней средой. А объём, структура и стратификация требуемых ресурсов по видам для обработки рисков в системе процессов и на этапах процессов становится инструментом их оптимизации.

Достоинством метода является более высокая объективность оценки значимости риска на основе расчёта в долях от известной цены, стоимости или себестоимости обслуживаемой продукции без использования в расчётах её значения, составляющего, в частности, коммерческую тайну. Метод отличается меньшей долей экспертных, субъективных оценок рисков по таким показателям, в частности, как значимость последствий, вероятность реализации, возможность обнаружения.

Таблица 7

Предлагаемый метод	Известные методы
Детерминированный (расчётный) метод определения значимости риска и оценки ресурсов на его нейтрализацию	Экспертная оценка на основе вероятностного подхода. Несопоставимость результатов менеджмента рисков. Субъективный характер установления критерия приемлемости риска (в частности, ПЧР в методе FMEA)
Универсальность метода. Возможность адаптации к производственным, экономическим, управленческим процессам и различным видам продукции и услуг	Ограниченные возможности получения необходимого объёма апостериорной информации для её статистической обработки и прогнозирования вероятности реализации риска (в управлении проектами, НИР и ОКР в частности)
Возможность использования результатов расчёта значимости рисков для реструктуризации процессов	«Избирательность» методов. Необходимость привлечения различных методов для менеджмента рисков различных производственных процессов, процессов управления (FMEA, HAZOP, Дельфи и др.)
Возможность расчётного определения потребности в ресурсах и стратификации ресурсов по видам для реализации возможностей нейтрализации рисков	Решение о ранжировании рисков по значимости и выборе метода их обработки принимает организация по собственным технико-экономическим обоснованиям

Вместе с этим, однако, остается экспертной, как и в других методах, идентификация рисков, зависящая от компетентности специалистов, её осуществляющих.

Не менее значимым преимуществом метода является возможность оценки процессов, систем, других видов деятельности по устойчивости к рискам (риск-стойкости). Оценка по устойчивости к рискам позволяет прогнозировать целевые показатели для процессов и для системы в целом, обоснованно устанавливать допустимые отклонения от их значений, планировать и оптимизировать процессы системы, другие виды деятельности, ранжировать их, совершенствовать методы управления. В случае невозможности превентивной нейтрализации рисков на первом этапе процесса метод позволяет оценить потребность в затратах ресурсов и отдельных их видах на обработку рисков на последующих этапах и выбрать из них наиболее приемлемые с учётом конкретных условий.

Сравнение возможностей и особенностей представленного и известных методов менеджмента и обработки рисков представлены в табл. 7.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ, 2020.

2. Уродовских В.Н. Управление рисками предприятия: учеб. пособие. М.: ВЗФЭИ, 2009. С. 130.

3. Слабинский С.В. Особенности оценки рисков в производственной деятельности промышленных предприятий [Электронный ресурс]. URL: http://science-bsea.narod.ru (дата обращения: 25.08.2021).

4. Октаева Е.В. Математические модели и методы оценки рисков // Молодой ученый. 2016. № 15 (119). С. 310–313.

5. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технология оценки риска (IEC 31010:2019 Risk management – Risk assessment techniques, NEC). М.: Стандартинформ, 2019.

УДК 62-1:006.07

УНИФИКАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ О РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ

[1]Басова Т.В., [2]Басова М.В.

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург, e-mail: tvbasova@itmo.ru;

[2]Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, e-mail: basova9590810@mail.ru

Режущие инструменты (РИ) являются одним из основных операционных ресурсов для современных производственных систем. На сегодняшний день большинство современных производителей РИ имеют различия в описании одних и тех конструкторско-технологических параметров своей номенклатуры РИ. Кроме того, электронное представление информации о РИ часто оказывается неудобным для потребителя из-за необходимости приобретения дополнительных сторонних приложений, адаптированных к чтению и работе с информацией, от конкретного поставщика инструмента. Отсутствие единых форм представления данных поставщиками РИ снижает возможность автоматизированного чтения предприятиями-потребителями информации о РИ и ее дальнейшего использования в процессе производства. В связи с этим вопрос управления информационными ресурсами о РИ является актуальным на всех предприятиях машиностроения и приборостроения, особенно в условиях высокой автоматизации производства. Задача по приведению к единообразию схем в семантике, структуре и синтаксису представления данных о РИ может быть решена унификацией информации на основе стандарта ISO 13399 и формата GTC (Generic Tool Catalog). Стандартизация информации о РИ является ключевым фактором, позволяющим автоматизировать многие производственные процессы, связанные с механической обработкой. В данной статье приведены возможности применения стандарта ISO 13399 и GTC, позволяющие унифицировать данные о РИ. Приведены примеры описания параметров РИ в соответствии со стандартом ISO 13399 и их представление в формате GTC. На основе формата GTC может быть получен цифровой двойник РИ, являющийся полноценной копией фактически существующего РИ. Применение цифровых двойников РИ объединит работу многих производственных служб и программных приложений предприятия-потребителя, что способствует повышению производственной эффективности.

Ключевые слова: режущий инструмент, ISO 13399, GTC, управление информацией, унификация, цифровой двойник

UNIFICATION OF REPRESENTATION ABOUT CUTTING TOOL DATA

[1]Basova T.V., [2]Basova M.V.

[1]ITMO University, St. Petersburg, e-mail: tvbasova@itmo.ru;

[2]Baltic State Technical University «Voenmeh» named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, e-mail: basova9590810@mail.ru

Cutting tools (CT) are one of the main operations resource resources for modern production systems. These days most CT modern manufacturers have differences in the description of the same design and technological characteristics of their nomenclature. In addition, the electronic representation about CT data often occurs to be inconvenient for the consumer due to the need of purchasing additional third-party applications adapted to read and work with information obtained from a certain tool supplier. Thus, the lack of unified form representation data from CT suppliers reduces the possibility of automated CT information reading by consumer enterprises and its further use in the production process. Consequently, the managing aspect of information resources about CT is relevant at all mechanical and instrumental engineering enterprises, especially in the conditions of high manufacturing automation. The task of CT data unifying schemes in the semantics, structure and syntax might be solved by ISO 13399 standard and the GTC (Generic Tool Catalog) format. The CT data standardization is a relevant factor that allows automating the majority production processes related to machining. This paper presents the using advantages of ISO 13399 standard and GTC format to expand the hierarchical structure to describe new CT types. Some CT parameters were described in accordance with ISO 13399 standard and GTC format. Based on the GTC format, a digital double of the CT can be obtained which is a full-fledged copy of the existing CT. The application of CT digital twins combines a lot of production services and software applications, which increases production efficiency.

Keywords: cutting tool, ISO 13399, GTC, information management, unification, digital twin

Информация о РИ используется при проектировании изделий в САПР, в CAM-системах при планировании технологических процессов, в контроллере с ЧПУ в процессах выполнения задач производства, при планировании ресурсов предприятия в ERP-системах, производственном планировании ресурсов в MRP-системах, в WMS-системах для мониторинга РИ на складе и в прочих системах [1].

Обработка и получение данных о РИ обычно подразумевают большой объем ручной работы: сбор информации потребителем из бумажных каталогов поставщика инструмента, внесение данных о РИ в библиотеки инструментов и пр. Эти процессы являются длительными и трудно автоматизируемыми в связи с рядом факторов.

Во-первых, печатные каталоги о РИ или их веб-версии разрабатываются

по внутренним стандартам поставщиков РИ. Поэтому у различных поставщиков РИ конструкторско-технологические характеристики одинаковых инструментов обозначены по-разному, что осложняет анализ информации потребителем и требует поиска и идентификации параметров РИ в каталогах без возможности полной автоматизации.

Во-вторых, поставщики РИ для работы используют разные программные средства, что приводит к отсутствию единообразия в семантическом представлении информации о РИ. В результате потребители, работающие в других программных продуктах, оказываются вынужденными подстраиваться к конкретному поставщику инструмента с целью управления полученными информационными ресурсами на своем предприятии.

Вышеперечисленные проблемы несовместимости схем в семантике, структуре и синтаксисе описания информации о РИ являются препятствиями для эффективной цифровой коммуникации между поставщиками РИ и потребителями, что особенно актуально в Индустрии 4.0 [2].

Основной причиной унификации информации о РИ является необходимость автоматизированного обмена данными между потребительскими информационными системами. Неполная совместимость цифровых систем на этапах проектирования, планирования, производства, а также маркетинга ограничивает рост эффективности производства. Результативным способом управления цифровой информацией на протяжении всего жизненного цикла РИ является стандартизация представления информации о РИ, подразумевающая согласование синтаксиса, семантики и структуры информации [3, 4]. Достижение унификации требуется для описания полноценного цифрового двойника РИ, необходимого для эффективного управления информацией о РИ [5].

Целью настоящего исследования является анализ возможностей по унификации представления данных о РИ на основе ISO 13399 и формата GTC для построения единой информационной структуры.

В процессе выполнения исследований был осуществлен анализ стандарта ISO 13399, пакетов GTC крупнейших производителей инструмента (Sandvik Coromant, Walter, Iscar и пр.), а также проведен обзор существующей литературы по данной теме.

Основные положения стандарта ISO 13399 и возможности его применения

Обмен данными о РИ до сих пор во многих случаях подразумевает чтение бумажных или веб-каталогов, аналогичных им приложений и ручное внесение данных об РИ в библиотеки инструментов. Необходимо отметить, что многие производители инструмента имеют различные формы представления одних и тех же конструкторско-технологических параметров РИ. Так, например, для описания одного и того же типа инструмента производители инструмента используют разные обозначения конструктивных параметров (рис. 1), что требует адаптации потребителя к работе с каталогом каждого отдельного производителя. При этом в каталогах далеко не всегда указываются все требуемые размеры РИ для создания его полноценного цифрового двойника [6].

Передача информации о РИ от поставщиков к потребителям затруднена тем, что большинство организаций используют различные системы для управления информацией. Отсутствие стандартизированных структур и определений вызывает необходимость ручного ввода данных, что неэффективно с точки зрения трудовых затрат. Кроме того, ручной ввод данных повышает риск включения в базу РИ некорректной информации.

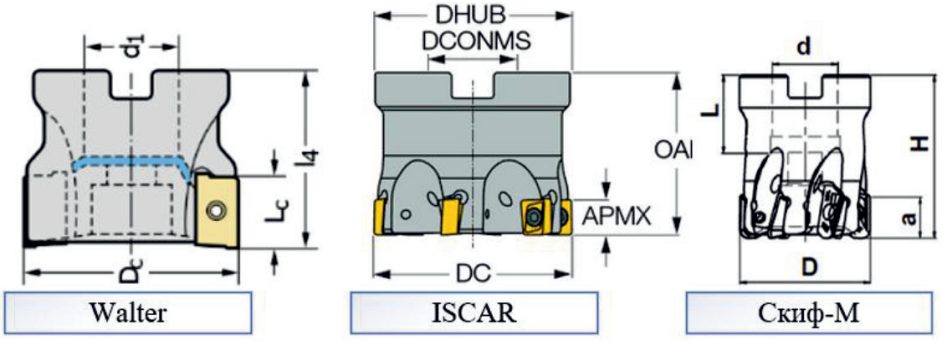
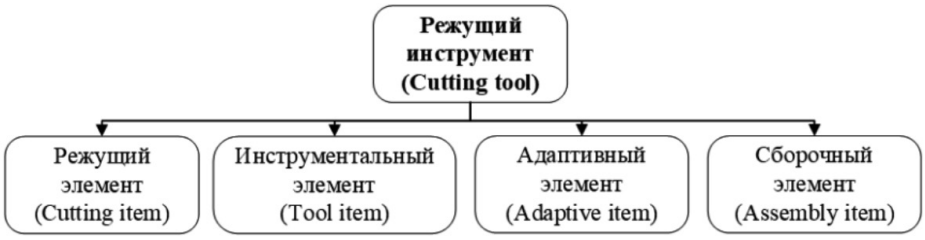
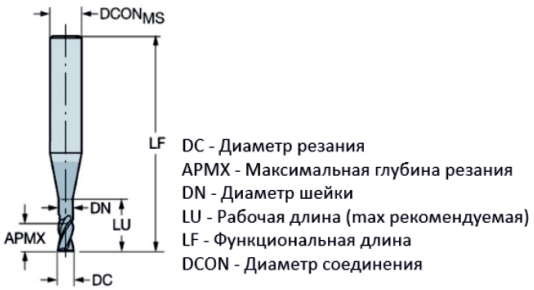


Рис. 1. Описание фрезы в каталогах фирм Walter, ISCAR и «Скиф-М»



а)



б)

Рис. 2. Представление информации о РИ в соответствии с ISO 13399: а) группы представления инструмента; б) обозначение конструктивных параметров концевой фрезы

С целью решения вышеописанных проблем Королевским технологическим институтом в Стокгольме совместно с инструментальными компаниями, такими как Sandvik Coromant, Kennametal Inc и Ferroday Ltd [7], был разработан стандарт ISO 13399, который определяет информационную структуру, требуемую для описания инструментальных наладок.

Применение унифицированной информации способствует эффективной передаче и обмену данными как между различными программными обеспечениями, так и между поставщиком РИ и его потребителями. Стандарт ISO 13399 определяет моделирование и описание отдельных режущих и вспомогательных инструментов. Применение указанного стандарта направлено на корректный сбор и описание инструментальных наладок из инструментальных компонентов благодаря присоединительным кодам, представленным в 60-й части стандарта.

С целью описания множества существующего РИ (группа Cutting tool) в стандарте применен метод «модульности» с разделением инструмента на 4 группы (рис. 2а).

– Режущий элемент (Cutting item) – элемент компоновки инструментальной наладки, удаляющий материал заготовки путем срезания режущими кромками. Режущие кромки в основном относятся к пластинам и несборным РИ.

– Инструментальный элемент (Tool item) – элемент, используемый в компоновке инструментальной наладки с целью крепления режущего элемента.

– Адаптивный элемент (Adaptive item) – элемент инструментальной наладки, при помощи которого осуществляется крепление инструментального элемента со станком.

– Сборочный элемент (Assembly item) – элемент инструментальной наладки, при помощи которого осуществляются мелкие соединения различных деталей инструментальной наладки между собой.

На рис. 2б представлена фреза, у которой такие размеры, как диметр инструмента (DC), рекомендуемая рабочая длина инструмента (LU), максимальная глубина резания (APMX), диаметр шейки инструмента (DN), а также диаметр хвостовика инструмента (DCON), параметризированы в соответствии со стандартом ISO 13399.

Для дополнительного упрощения коммуникации между поставщиком РИ и потребителем, а также для автоматизированного управления информацией на основе ISO 13399 был разработан специальный формат – GTC (Generic Tool Catalog). Формат GTC позволяет поставщикам инструмента представлять свои каталоги в стандартизированной структуре. На сегодняшний день многие ведущие производители РИ, такие как Sandvik Coromant, Walter, Iscar, Kennametal и другие крупные производи-

тели РИ, перешли к описанию своих изделий в соответствии со стандартом ISO 13399 и форматом GTC.

GTC состоит из двух основных частей: иерархии GTC и пакета GTC [8]. Иерархия GTC – независимая от поставщиков система групповой классификации РИ на базе ISO 13399. Пакет GTC представляет собой сжатый файл с фиксированной спецификацией. Структура пакета GTC определяет содержание цифрового каталога, которое организует информацию об инструментах в определенный распознаваемый компьютером формат. Иными словами, информация о номенклатуре производителя передается в виде пакетов GTC, расположение номенклатуры производителя внутри пакета осуществляется по классам, соответствующим иерархии GTC.

Формат GTC содержит комплекс взаимосвязанных компонентов для передачи информации. Основные папки с компонентами, входящие в спецификацию пакета GTC версии «2.1.1», изображены на рис. 3. Пакет GTC, помимо файлов с описанием параметров РИ (файл формата «.p21»), закодированных в соответствии со стандартами передачи информации, содержит также 3D-модели, 2D-чертежи, графические изображения номенклатуры, данные о классификации в иерархии GTC и пр. [9].

В файле формата «.p21» содержатся коды свойств описания РИ, буквенное и кодовое обозначение которых указано в частях ISO 13399, а также значения этих свойств. Кроме того, в данном файле содержатся ссылки на чертежи, модели и классы в иерархии GTC, что необходимо для полноценного представления цифрового двойника изделия. Так, например, расшифровка некоторых параметров РИ, содержащихся в файле формата «.p21» для сверла «870-2800-28L32-3» (Sandvik Coromant), представлена в таблице.

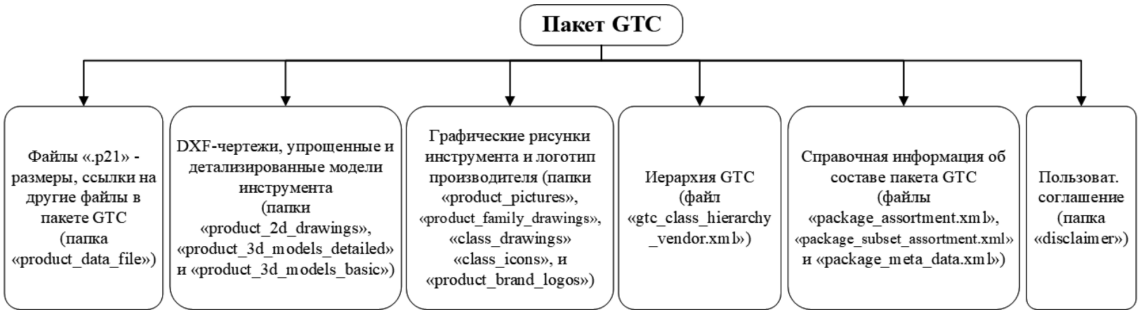


Рис. 3. Состав пакета GTC

Расшифровка из файла «.p21» параметров сверла «870-2800-28L32-3»

Строка в файле «.p21»	Расшифровка строки
#11=STRING_WITH_LANGUAGE ('product_3d_model_detailed', #658); #12=MULTI_LANGUAGE_STRING ((), #13); #13=STRING_WITH_LANGUAGE ('201598411_mod_0_2~tm02_00', #658);	Файл детализированной 3D модели сверла обозначается как: «201598411_mod_0_2~tm02_00», расположенный в папке «product_3d_models_detailed» пакета GTC
…	…
#53=STRING_WITH_LANGUAGE ('product_picture', #658); #54=MULTI_LANGUAGE_STRING ((), #55); #55=STRING_WITH_LANGUAGE ('202632899_d50_0_2~tl04_04', #658)$	Обозначение файла с графическим изображением сверла «870-2800-28L32-3» «202632899_d50_0_2~tl04_04», расположенный в папке «product_2d_drawings» пакета GTC
…	…
#145=PLIB_PROPERTY_REFERENCE ('71D084653E57F', #95, '001');	Код BSU (Числовой код, которым идентифицируется каждая запись в словаре при компиляции словаря) свойства, отвечающего за диаметр резания «cutting diameter, DC»
…	…
… #147 = NUMERICAL_VALUE ('cutting diameter', $, #98, '28.9');	Значение свойства, отвечающего за диаметр резания «cutting diameter, DC» равно 28,9 мм
…	…

Иерархия GTC представляет собой последовательность, упорядочивающую весь инструмент по классам, в зависимости от присущего ему набора свойств.

Классификация изделий осуществляется с целью максимальной идентификации набора их свойств в иерархии GTC. Классы иерархии GTC делятся на фиксированные (поддерживаются организацией управления GTC) и поставщика инструмента. Фиксированные классы существуют независимо от поставщика инструмента и определяют, к какому укрупненному классу относится компонент инструментальной сборки. В случае если производитель инструмента считает, что для описания его инструмента недостаточно свойств фиксированных классов, то он может дополнить их своими подклассами. В наборе свойств фиксированных классов не регламентируются принципы присоединения элементов в инструментальной наладке, поэтому производители РИ дополняют основную иерархию GTC. Таким образом, классы поставщика инструмента следуют за фиксированными уровнями и зависят от ассортимента, который есть у каждого поставщика инструментов. Стоит отметить, что в настоящее время ведутся активная разработка новых частей стандарта ISO 13399 и перевыпуск старых, поэтому необходимость в применении классов поставщика инструментов постепенно будет снижаться.

Связующим элементом между иерархией GTC и пакетом GTC является идентификатор класса GTC – «class id». Каждый класс и подкласс GTC-иерархии имеет свой идентификатор «class id», указывающийся в пакете GTC. За счет данных индикаторов возможно точно определить принадлежность инструмента к определенному классу и, соответственно, сопоставить характерный ему список свойств.

Самый верхний фиксированный класс в иерархии GTC – «Cutting tool library» – имеет идентификатор класса – «CTL». Ниже располагаются классы для вспомогательного инструмента «Adaptive item», РИ «Tool» и пластин «Insert» с идентификаторами класса «ADP», «TL» и «INS» соответственно. Далее следует дифференциация каждого ответвления на другие классы для размещения в них компонентов с одинаковыми конструкторско-технологическими свойствами. На рис. 4 представлена основная иерархия GTC для сверл. В самом начале разделение осуществляется по наличию и отсутствию пластин («Indexable drill», «Solid twist drill», «Cylindrical hole drill-solid-guide pad»). Далее класс сверл со сменными пластинами «Indexable drill» делится на подклассы сверл с асимметричной/ симметричной вершиной («Indexable drill with asymmetrical point»/«Indexable drill with symmetrical point») и инструмент со сменными направляющими («Cylindrical hole drill-indexable-guide pad»). Класс для описания цельных сверл («Solid twist drill») далее конкретизируется для описания цельных сверл с симметричной вершиной («Solid drill with symmetrical point»).

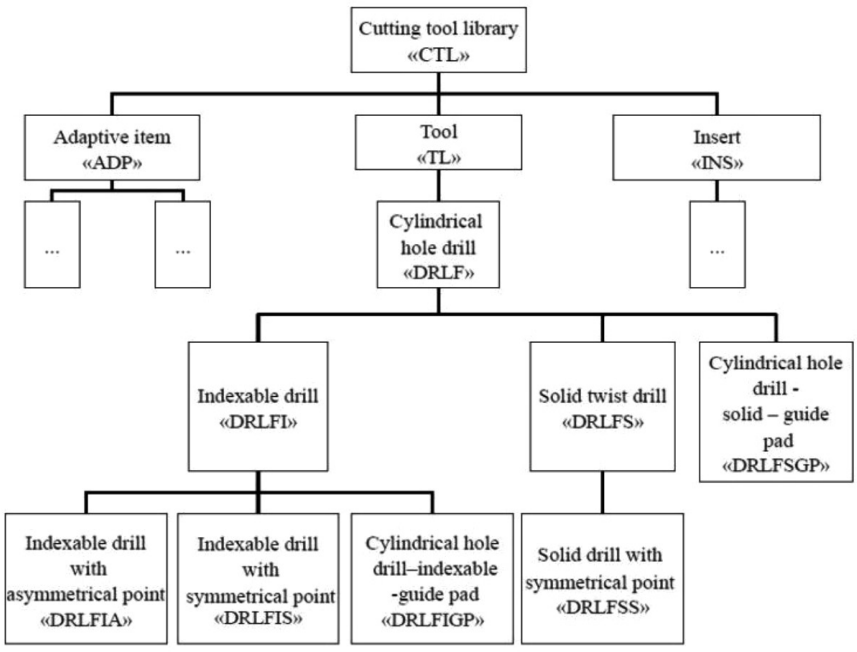


Рис. 4. Фиксированные классы иерархии GTC сверл

Формат GTC имеет большое преимущество – данные о продукте одного поставщика РИ могут быть понятны всем принимающим системам потребителей.

На сегодняшний день существует множество программ и приложений, способных использовать GTC и параметры стандарта ISO 13399. Большинство таких приложений нацелено на осуществление быстрого подбора подходящих компонентов для сбора инструментальных наладок, автоматизированное добавление РИ в библиотеку инструмента CAM-систем из каталогов поставщиков, корректное моделирование инструментальных сборок в CAM-системах при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ и др. [10–12]. Одним из подобных программных решений является приложение от «Teamcenter» – «Manufacturing Resource Library» (MRL).

Использование пакетов GTC в подобных программных продуктах способствует исключению ручной обработки информации о РИ, повышению производительности труда, а следовательно, производственной эффективности. За счет получения информации о РИ напрямую от поставщика в едином формате, подходящем для любого потребительского приложения, исключаются ошибки обмена информации, что также влияет на качество изготовления детали [13, 14].

Рациональное управление информацией о производственных ресурсах снижает производственные затраты, а производитель РИ может структурировать данные о РИ, что особенно важно в среде сервис-ориентированного облачного производства. Таким образом, переход к формату GTC является целесообразным как для потребителя, так и для производителя РИ.

Однако в случае, если производитель РИ еще не готов к переходу на описание своих изделий в унифицированной форме, у него есть возможность конвертации своих данных в стандартизированную форму при размещении их на специальном информационном ресурсе, например «MachiningCloud» [15]. После размещения на нем необходимой информации о РИ будет автоматически сгенерирован GTC-пакет, который может быть передан потребителю РИ.

Тем не менее, для оперативности передачи информации от поставщика к покупателю РИ, минуя промежуточную работу по заполнению информации о РИ на подобных ресурсах, вероятнее всего, со временем все большее количество поставщиков будет применять ISO 13399 и GTC-пакеты ввиду необходимости корректного описания цифровых двойников РИ.

Заключение

В данной статье рассмотрены стандарт ISO 13399 и формат GTC как единые стандарты передачи и обмена информации с целью рационального управления данными о РИ. Информация о РИ используется на протяжении всех этапов его жизненного цикла, особенно на таких, как эксплуатация и применение в производстве. За счет унификации представления данных о РИ у потребителей появляется возможность продуктивно работать с информацией, полученной напрямую от поставщика РИ. Также при единой структуре данных у предприятий нет необходимости в приобретении сторонних приложений, адаптирующихся к каждому отдельному поставщику РИ.

Информация, представленная в соответствии со стандартом ISO 13399 и форматом GTC, сейчас активно внедряется на многих предприятиях машиностроения и приборостроения. Применение формата GTC позволяет рационализировать временные затраты на подготовку производства, тем самым снижается себестоимость изделий. При этом уменьшается вероятность допущения производственного брака, вызванного ручным вводом данных о РИ. На сегодняшний день получение данных в формате GTC упрощено благодаря возможности конвертации данных, что особенно удобно в условиях перехода к единому стандарту описания данных.

Список литературы

1. Волков Д.И., Смирнова Л.В., Терентьева Н.Д. Цифровое сопровождение жизненного цикла монолитного твердосплавного инструмента // Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем: сборник научных трудов III Всероссийской научно-технической конференции (Курск, 28 мая 2021 г.). Курск: Издательство ЮЗГУ, 2021. С. 90–94.

2. Li Y., Huang Q., Hedlind M., Sivard G., Lundgren M., Kjellberg T. Representation and exchange of digital catalogues of cutting tools. International Manufacturing Science and Engineering Conference. 2014. V. 1. P. 108097.

3. Xie Y., Lian K., Liu Q., Zhang C., Liu H. Digital twin for cutting tool: Modeling, application and service strategy. Journal of Manufacturing Systems. 2021. V. 58. P. 305–312.

4. Morey B. Tools for managing tools. Manufacturing Engineering. 2017. V. 158. No. 4. P. 59–65.

5. Xu X. From cloud computing to cloud manufacturing. Robotics and computer-integrated manufacturing. 2012. V. 28. No. 1. P. 75–86.

6. Botkina D., Hedlind M., Olsson B., Henser J., Lundholm T. Digital twin of a cutting tool. Procedia Cirp. 2018. V. 72. P. 215–218.

7. ISO 13399-1. Cutting tool data representation and exchange – Part 1: Overview, fundamental principles and general information model. International organization for standardization. 2006. P. 452.

8. GTC Package Specification – Sandvik Coromant [Electronic resource]. URL: https://coromantstrgprod.blob.core.windows.net/files/sitecollectiondocuments%2Fpdf%2Fen-

gb%2Fgtc-package-specification-2-0-0.pdf (date of access: 28.07.2021).

9. Sandvik Coromant Technical White Paper GTC Guidelines Introduction to Generic Tool Classification [Electronic resource]. URL: https://coromantstrgprod.blob.core. windows.net/files/sitecollectiondocuments%2Fpdf%2Fen-gb%2Fgeneric-tool-classification.pdf (date of access: 30.07.2021).

10. Ведмидь П. Мониторинг работы оборудования, инструмента: что дальше? // САПР и графика. 2018. № 1. С. 31–34.

11. Суханов Ю. на пути к «Индустрии 4.0»: Профессиональный диалог лидеров отрасли // Станкоинструмент. 2020. № 1. С. 48–49.

12. Библиотека технологических ресурсов [Электронный ресурс]. URL: https://sapr.ru/article/23626 (дата обращения: 01.08.2021).

13. Маданов А.В., Гисметулин А.Р. Применение CSE-технологии для верификации управляющих программ в среде nx 8.0 // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15 № 4(4). С. 860–864.

14. Basova T.V., Basova M.V. Problems of using tool assemblies in CAM system IOP. Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 378 [Electronic resource]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/378/1/012055 (date of access: 01.08.2021).

15. MachiningCloud [Electronic resource]. URL: https://www.machiningcloud.com (date of access: 22.08.2021).

УДК 658:66.013.6:667

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛОТОННАЖНЫХ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ОТРАСЛИ

[1,2,3]Болдырев В.С., [2,3]Меньшиков В.В., [4]Андреев А.В., [3]Кузнецов С.В., [1]Савина А.С., [1,2]Богатов Н.А.

[1]ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[3]Научно-производственное объединение «Лакокраспокрытие», Хотьково, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[4]ООО «С.В.К.», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru

Крупномасштабные производственные линии, ориентированные на выпуск продуктов одного типа, обладают жесткой структурой ассортимента и не учитывают требования конечного потребителя. Однако в современном состоянии экономики предприятие должно в сжатые сроки и без существенных затрат перестраиваться на производство новой продукции. Перспективным решением этой проблемы является создание гибких малотоннажных многоассортиментных производств, что достигается путем построения их по блочно-модульному принципу. Показана методика организации малотоннажных многоассортиментных производств лакокрасочной отрасли. Предложены логико-информационная модель и алгоритм бизнес-процесса организации и управления технологией создания лакокрасочных покрытий на малотоннажных многоассортиментных предприятиях. Модель позволяет работать при любых постановках задач и включает в себя внутренние операции по изменению технологии производства лакокрасочных покрытий и качества впускаемой продукции. Описана экспертная система, разработанная в НПО «Лакокраспокрытие», предназначенная для проектирования аппаратурно-технологических схем производства лакокрасочных материалов широкого ассортимента, создаваемых на основе блочно-модульного оборудования, а также для рекомендаций по размещению новых технологических процессов на оборудовании действующих предприятий. Продемонстрирована реализация гибкой технологической системы для многоассортиментных лакокрасочных производств. Система направлена на обеспечение отечественного рынка высококачественными лакокрасочными материалами, т.е. на создание гибких производственных малотоннажных линий, позволяющих быстро переходить от одного вида продукции к другому.

Ключевые слова: управление, организация производства, малотоннажная химия, пейнт-технологии, проектирование, экспертные системы, лакокрасочные материалы

PRODUCTION ORGANIZATION AT LOW-CAPACITY MULTI-RANGE ENTERPRISES OF THE PAINT AND PAINT INDUSTRY

[1,2,3]Boldyrev V.S., [2,3]Menshikov V.V., [4]Andreev A.V., [3]Kuznetsov S.V., [1]Savina A.S., [1,2]Bogatov N.A.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University (National Research University)», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[3]Scientific Production Association «Lakokraspokrytiye», Khotkovo, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[4]Limited liability company «S.V.K.», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru

Large-scale production lines focused on the production of products of the same type have a rigid assortment structure and do not take into account the requirements of the end user, however, in the current economic situation, the enterprise must be readjusted for the release of new products without significant costs. To solve the problem, it seems promising to create flexible low-tonnage multi-assortment productions, which is achieved by building them according to the block-modular principle. The method of organizing low-tonnage multi-assortment manufactures of the paint and varnish industry is shown. A logical-informational model and an algorithm of the organization's business process and technology management for the creation of paint and varnish coatings at low-tonnage multi-assortment enterprises are proposed. The model allows you to work with any setting of tasks and includes internal operations to change the technology of production of paint and varnish coatings and the quality of the inlet products. The article describes an expert system developed at SPA Lakokraspokrytie and intended for the design of hardware and technological schemes for the production of a wide range of paints and varnishes, created on the basis of modular equipment, as well as for recommendations on the placement of new technological processes on the equipment of operating enterprises. The implementation of a flexible technological system for multi-assortment paint and varnish industries has been demonstrated. The system is aimed at meeting the needs of the domestic market with high-quality paints and varnishes, that is, the creation of flexible low-tonnage production lines that allow you to quickly switch from one type of product to another.

Keywords: management, organization of production, low-tonnage chemistry, paint technologies, design, expert systems, paints and varnishes

Работа малотоннажных многоассортиментных инновационных предприятий и их перспективы должны быть спрогнозированы еще на стадии оценки эффективности инновационного проекта, т.е. еще на стадии проектирования. Причем при коммерциализации необходимо не только оценить конъюнктуру рынка, на котором будет реализовываться предполагаемая продукция, но и создавать конкурентоспособную гибкую технологию ее производства (а лучше и применения), позволяющую при изменении ситуации на рынке быстро перепрофилировать ее на другую, более перспективную аналогичную продукцию [1–3]. Например, для выпуска водно-дисперсных лакокрасочных материалов (ЛКМ) следует иметь оборудование из антикоррозионных материалов, а при производстве органорастворимых материалов нужно применять взрывопожаробезопасное оборудование, что в первом случае необязательно. Кроме того, при выпуске большой цветовой гаммы ЛКМ необходимо учитывать сложности перехода с одного цвета на другой, образующиеся при этом отходы при замывке и очистке оборудования, а также временные затраты при таком переходе, что требует оптимизации схемы с точки зрения как ассортимента, так и экономических показателей ее создания и функционирования.

Около 60 % мирового рынка ЛКМ приходится на декоративные строительные и бытовые материалы. По 3–5 % каждой области мирового рынка приходится на динамично развивающиеся сферы применения ЛКМ: автомобильную, авторемонтную, защитную, мебельную. Именно в этих областях наблюдается научно-технический «прорыв» в настоящее время. К ним относятся и ЛКМ для общего и специального машиностроения (более 10 %).

На основе анализа ключевых направлений «пейнт-технологий» и мировых тенденций развития рынка ЛКМ можно сделать вывод, что наиболее перспективной продукцией для малотоннажных предприятий лакокрасочной отрасли являются защитные ЛКМ и материалы специального назначения со специфическими свойствами. Работа над новыми материалами в секторе строительных ЛКМ или бытового назначения выгодна скорее крупным предприятиям, поскольку они имеют большие мощности и очевидно, что их продукция будет более конкурентоспособной по себестоимости. Хотя и в этом направлении упор должен быть сделан на экологически полноценные материалы.

Исторически развитие лакокрасочной отрасли в СССР и РФ характеризовалось тенденцией к укрупнению производственных комплексов в целом и увеличению единичной мощности отдельных технологических аппаратов. Создавались крупномасштабные производственные линии, ориентированные на выпуск продуктов одного типа. Такие предприятия обладают жесткой структурой ассортимента и не учитывают требования конечного потребителя, однако в современном мире предприятие должно в сжатые сроки и без внушительных дополнительных затрат перестраиваться на выпуск новой (иной) продукции. Перспективным решением этой проблемы представляется создание гибких малотоннажных многоассортиментных производств, что достигается путем построения их по блочно-модульному принципу.

Цель работы – показать комплексный подход к организации производства и выбора оборудования на малотоннажных многоассортиментных предприятиях лакокрасочной отрасли с применением разработанной авторами экспертной системы.

Организация малотоннажного многоассортиментного производства ЛКП

Существующая методика системотехнического инжиниринга малотоннажных производств, использующая методологию структурного анализа, логико-информационного и функционального моделирования бизнес-процессов предприятия, позволяет эффективно и в короткие сроки решать задачи организационно-технологического управления, учитывая технологические аспекты моделируемых объектов.

Важное значение имеет применение методологии инжиниринга организационно-технологических процессов при разработке систем управления качеством наукоемкой продукции, при проектировании новых и оптимизации действующих производственных процессов, а также при разработке алгоритмического обеспечения систем автоматизированного проектирования и при решении задач стратегического планирования ресурсосберегающих производств. Таким образом, при разработке новых продуктов и реинжиниринге бизнес-процессов взаимная интеграция системотехники и управления проектами приводит к повышению конкурентоспособности предприятий.

Зарубежные исследования в области моделирования бизнес-процессов в химической технологии связаны, в основном, с моделированием отдельных процессов обеспечения ресурсами производства (энергетика, экология и т.д.) [4]. В предлагаемой работе рассматривается комплексный подход к моделированию при заданной технологии.

Рис. 1. Классификация технологий и оборудования для создания ЛКП

Основная задача лакокрасочной отрасли – это создание ЛКП для защиты поверхности изделий (материалов) от внешних воздействий. На рис. 1 приведена классификация технологий и оборудования для указанных целей.

Надо отметить, что реакторы синтеза и установки для нанесения ЛКП выпускались в НПО «ЛКП» и раньше, а разработку оборудования для малотоннажного многоассортиментного производства ЛКМ пришлось создавать с нуля.

В НПО «ЛКП» в рамках комплексной стратегии инновационного развития предприятия было создано дочернее предприятия ООО «С.В.К.» с участием бельгийской фирмы «Ateliers Sussmeyer S.A.», специализирующейся на разработке и производстве оборудования для малотоннажных многоассортиментных производств. Такой подход позволил резко сократить стоимость продукции и занять значительную часть российского рынка.

Гибкие блочно-модульные системы производства ЛКМ, являясь одним из направлений развития лакокрасочной отрасли в концепции «пэйнт-технологий», позволяют эффективно решать проблему организации малотоннажных многоассортиментных производств ЛКМ. Такая структура производственного комплекса благодаря изменению ассортимента выпускаемой продукции и особенностям структурно-функциональной организации, как было отмечено выше, наиболее полно отвечает требованиям современного рынка. Однако создание новых производств требует весьма существенных материальных и временных затрат. Используя уже имеющиеся производственные площади и технологическое оборудование, можно добиваться существенной экономии. Но традиционные методы проектирования лакокрасочных производств не соответствуют требованиям, предъявляемым к созданию гибких многопродуктовых систем. Например, использование метода полного перебора может привести к необходимости выполнения значительных расчетов. В ряде случае такой подход приводит к не реализуемым на практике вариантам.

Многообразие ассортимента, малые объемы выпуска и сложный многостадийный синтез реагентов усложняют реконструкцию существующих и разработку новых производств. Технологические системы многоассортиментных производств функционируют в периодическом и полупериодическом режиме [5–7]. Дискретность в сочетании с неполной и, возможно, противоречивой информацией приводит к многовариантности и не исключает возможности потери оптимального решения [8].

Особенность малотоннажного многоассортиментного производства ЛКП состоит в том, что в технологической схеме используется набор ресурсов (прежде всего материалы и сырье, а также энергетические ресурсы, технологические настройки оборудования и график производства), общий, для минимум, как нескольких видов продукции [9–11]. К ключевым ресурсам лакокрасочных покрытий можно отнести сам лакокрасочный материал, технологию нанесения, режимы работы оборудования [12–13]. Для народного хозяйства важны не сами ЛКМ, а защитные покрытия, таким образом, именно они являются ценным для потребителя продуктом.

Многоассортиментные производства обладают своим информационным и ресурсным обеспечением, своими алгоритмами управления. Алгоритмы позволяют эффективно распределять и расходовать имеющиеся ресурсы. На рис. 2 представлена логико-информационная модель бизнес-процесса. Эта модель содержит основные виды материальных и нематериальных ресурсов, необходимых для управления гибким многоассортиментным малотоннажным лакокрасочным предприятием.

Для успешного функционирования предприятия создается алгоритм, описывающий ключевые функции логико-информационной модели бизнес-процесса. Алгоритм включает в себя следующие стадии: сбор заявок по созданию ЛКП, анализ ХТС, составление календарного плана выпуска, выбор оптимального режима оборудования и составление плана материального обеспечения.

В соответствии с описанным алгоритмом возможно работать при любых поставленных задачах, а также алгоритм включает в себя необходимые операции в случае изменения технологии производства ЛКП и внесения изменений в параметры выпускаемой продукции.

Экспертная система проектирования производств ЛКМ

Большое количество нечеткой и неопределенной количественной и качественной информации, сложность структурных и режимных функционирующих производственных систем, значительное количество возможных вариантов аппаратурных решений диктуют необходимость использования экспертных систем (ЭС) при проектировании гибких многоассортиментных производственных систем по вышеупомянутым ЛКМ [8].

Для решения описанных проблем и задач в НПО «ЛКП» создана и внедрена интегрированная ЭС, представляющая собой программный продукт. Программа позволяет по заданным исходным данным получить основные параметры проектируемого (создаваемого) производства.

В объектно-ориентированной ЭС происходит обработка информации качественной, слабо поддающейся формализации, а также информации количественной. Таким образом, ЭС считается интегрированной системой – совмещает в себе информационно-логическую и расчетную подсистемы. Функция расчетной подсистемы заключается в осуществлении оптимизации ХТС производства многономенклатурных ЛКМ.

Экспертные системы позволяют за короткий промежуток времени разработать аппаратурно-технологическую схему производства ЛКМ. Структура ЭС состоит из следующих основных блоков: морфологического анализа, информационно-логического и расчетного блоков, а также информационно-логической подсистемы (рис. 3).

Рассмотрим структуру и назначение каждого из блоков.

1. Блок морфологического анализа. Его функция состоит в формировании допустимого пространства объектов на основе исходной информации.

2. Информационно-логический блок. С его помощью из допустимого пространства решений по признакам колористической, физико-химической и аппаратурной совместимости продуктов выбираются необходимые структуры производств и их аппаратурное оформление. Дополнительно блок формирует модели и алгоритмы оптимизации. Использование нечеткой логики позволяет в условиях неполной формализованности задачи наиболее полно отразить существующие требования. Применение такого подхода дает возможность формировать различные типы структурных схем (индивидуальных, гибких, совмещенных).

3. Расчетный блок предназначен для оптимизации структуры и аппаратурного состава системы.

Все блоки работают с использованием заложенных в программу базы данных (БД) и базы знаний (БЗ). В состав БЗ входят рецептура ЛКМ, технологические схемы, характеристики технологического оборудования и т.д. Информация из БД и БЗ позволяет наиболее оптимальным образом сформировать технологическую и сырьевую базы, основываясь на физико-химических характеристиках и обобщенном мнении экспертов.

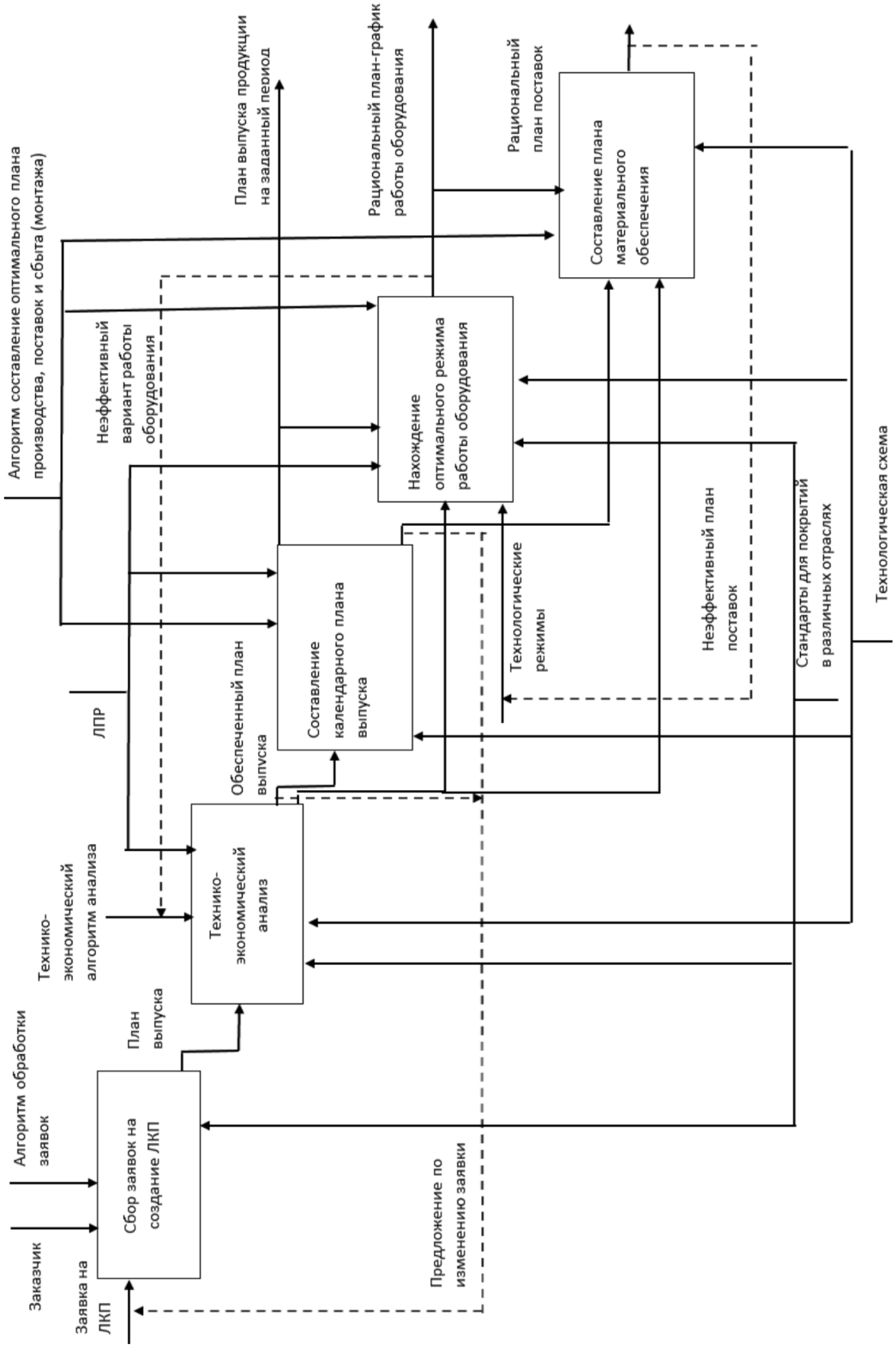


Рис. 2. Организация и управление технологией создания ЛКП на малотоннажных многоассортиментных предприятиях лакокрасочной отрасли

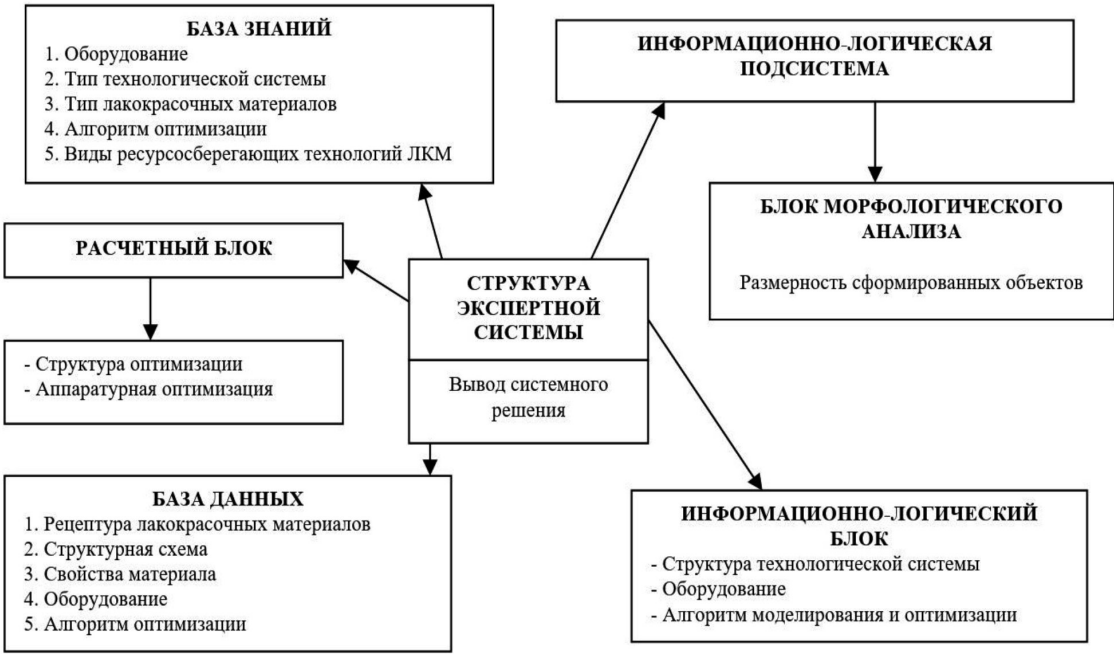


Рис. 3. Структура экспертной системы выбора эффективной технологии производства ЛКМ

Функция информационно-логической подсистемы ЭС заключается в выборе проектантом в режиме диалога типа аппаратного состава, структуры технологических систем, типов технологического оборудования, адекватных ассортименту производимой продукции, оптимизирующей математической модели, а также эффективных алгоритмов структурной и параметрической оптимизации. Расчетная подсистема ЭС оптимизирует аппаратурную структуру и аппаратурный состав ХТС. С целью выделения множества допустимых объектов в каждом их классе определяются допустимые сочетания значений информационных признаков.

Поиск оптимального маршрута решения задачи оптимизации ХТС производства ЛКМ осуществляется в виде многоцелевой процедуры [14–16]. Сначала выбираются оптимальные типы технологического оборудования для каждой стадии технологического процесса получения целевых или промежуточных продуктов. В качестве информационных признаков стандартного технологического оборудования выступают конструкционно-функциональные элементы [17–18]. Конъюнкция значений информационных признаков определяет конструкционный тип аппарата. Для нестандартных технологических аппаратов значения некоторых информационных признаков не могут быть практически реализованы, поэтому допустимые конструкции нестандартного оборудования определяются методами морфологического анализа.

Для оптимизации маршрута предварительно выделяются допустимые объекты; при этом допустимыми считаются объекты, характеризуемые сочетаемыми значениями информационных признаков. Определение допустимости объектов оптимизации выполнено методом морфологического анализа в форме морфологического ящика, который применен к нестандартному технологическому оборудованию, структурным типам технологических систем, классам их оптимизирующих структурно-функциональных моделей и к алгоритмам оптимизации. С этой целью для каждого класса исследуемых объектов сформировано пространство информационных признаков:

$$F^i(i=\overline{1,n}), \qquad (1)$$

которые с достаточной полнотой описывают исследуемые объекты. Каждому признаку поставлено в соответствие множество значений $A^i_p(i = 1,J_i)$. Перебором различных комбинаций признаков строится перечень списков A^1_{j1}, A^2_{j2} ... A^n_{jn}, общее число которых:

$$N = \prod_{i=1}^{n} J_i. \qquad (2)$$

Процесс морфологического анализа формализуется в виде матрицы бинарных отношений $B^{i,k}(i,k = 1,n)$, элементы которой $b_{p,q}^{i,k}$, принимают значения:

$$b_{p,q}^{i,k} = \begin{cases} 0, \text{ если значение } A_p^i \text{ и } A_q^k \text{ несовместимы} \\ 1, \text{ если значение } A_p^i \text{ и } A_q^k \text{ совместимы} \end{cases}$$

Необходимым условием допустимости варианта оптимизации является выполнение равенства:

$$\prod_{i=1}^{n-1}\left(\prod_{k=i+1}^{n} b_{J_i,J_k}^{i,k}\right) = 1, \quad (3)$$

соответствующего парной совместимости всех входящих в вариант значений признаков.

Затем методом поиска недоминируемых альтернатив из допустимых вариантов аппаратурного оформления каждой стадии технологического процесса выбирается оптимальный. Поиск альтернативных типов аппаратов и аппаратной структуры X технологических систем, а также классов структурно-функциональных моделей и алгоритмов оптимизации формально является задачей многокритериальной оптимизации при нечеткой информации.

При известных функциях принадлежности нечетких критериев на множество объектов X определяется системой нечетких бинарных отношений нестрогого R и строгого P отношений предпочтений <R, P>. В предположении, что объект целесообразно выбрать по совокупности C_k – критериев ($k = 1, m$), даже при небольших значениях некоторых из них выбор осуществляется по компромиссной модели, в соответствии с которой функции принадлежности строгого $\mu_R(x, y)$, нестрогого $\mu_P(x, y)$ предпочтения объекта X объекту Y и нечеткого выбора $\mu_P(x)$, последовательно рассчитываются по следующим формулам:

$$\mu_R(x,y) = 1 - \sum \alpha_k \left[\mu_k(y)\theta\mu_k(x)\right], x, y \in X, \quad (4)$$

$$\mu_k(y)\theta\mu_k(x) = \max\left[0, \mu_k(y) - \mu_k(x)\right], \quad (5)$$

$$\mu_P = \mu_k(y)\theta\mu_k(x), x, y \in X, \quad (6)$$

$$\mu_D(x) = \frac{1}{N-1}\left\{\sum_{y\in x, x\neq x} \mu_P(x,y)\theta \sum_{y\in x, x\neq x} \mu_P(y,x)\right\}, x \in X, \quad (7)$$

где θ – символ ограниченного вычитания, α_k – нормированный весовой коэффициент k-го критерия C_k, $\mu_R(x, y)$ – функция принадлежности строгого предпочтения объекта X объекту Y, $\mu_P(x, y)$ – функция принадлежности нестрогого предпочтения объекта X объекту Y, $\mu_P(x)$ – функция нечеткого выбора.

Весовые коэффициенты α_k критериев C_k получаются соответствующей обработкой матрицы A, сформированной в соответствии со шкалой Саати. Причем необходимым и достаточным условием существования α_i является супертранзитивность матрицы отношений, т.е. выполнение условия:

$$a_{i,j} = \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \forall i, j,$$

где $a_{i,j}$ – элемент матрицы A.

Так как на практике это условие часто не выполняется, то величины α_i вычисляются методом наименьших квадратов.

В результате первого этапа метода наименьших квадратов формируется матрица инцидентности конструкционных типов технологических аппаратов стадиям технологического процесса, элементы которой определяются следующим образом:

$$e_{i,j} = \begin{cases} 1, \text{ аппарат типа } j \text{ является активным в технологическом процессе } i \\ 0, \text{ аппарат типа } j \text{ не является активным в технологическом процессе } i \end{cases}$$

Второй этап метода наименьших квадратов состоит в выборе оптимального типа аппаратурной структуры ХТС получения многономенклатурной продукции на основе матрицы Е. Возможны различные алгоритмы структурной оптимизации ХТС. Формально задача структурной оптимизации – это перечисленная комбинаторная задача, алгоритмы решения которой имеют экспоненциальную сложность. При перечислении вариантов решений возникает опасность потери оптимального решения. В процессе решения задачи структурной оптимизации многопродуктовых ХТС формируются ограничения на время выпуска продуктов ассортимента. Процедура поиска оптимальной структуры ХТС начинается с расчета матрицы $G_{m\times m}$ по алгоритму $G = E \cdot E^T$.

Матрица $G_{m\times m}$ – это матрица, элементами которой являются число типов оборудования, которое используется при производстве пар продуктов. Полученная матрица симметрична относительно правой диагонали, поэтому она может быть преобразована в прямоугольную.

После определения возможных структурных типов ХТС методом морфологического анализа уточняются их допустимые структурные типы с учетом полноты пространства информационных признаков, после чего методом поиска недоминируемых альтернатив производится выбор оптимального структурного типа технологической системы. Оптимизация типа аппаратурной структуры возможна, только если удается количественно выразить нечеткие критерии качества.

Этап выбора аппаратурной структуры ХТС заканчивается формированием системы временных ограничений, представляющих часть структурно-функциональной модели ХТС. Вид этих ограничений зависит от типа аппаратурной структуры ХТС и способа взаимодействия технологических аппаратов.

После определения допустимости классов ХТС по изложенному выше алгоритму их приоритетность определяется методом поиска недоминируемых альтернатив. Аналогичная процедура применяется также для определения структурно-функциональных моделей и эффективности алгоритмов оптимизации.

Рассмотрим пример работы информационно-логической подсистемы разработанной экспертной системы: работа с программой начинается с выбора необходимого ассортимента (табл. 1).

Таблица 1

Выбор ассортимента лакокрасочного материала

Наименование ассортимента ЛКМ	Количество, т/год
Грунтовка ГФ-0119	500
Лак ПФ-283	500
Эмаль ПФ-115	
белая	500
вишневая	250
защитная	250
Эмаль ПФ-226	
желто-коричневая	250
красно-коричневая	250
Эмаль МЛ-12	
белая	250
кофейная	250
синяя	250

Итогом работы алгоритма является список типов рекомендуемого технологического оборудования.

Табл. 2 содержит список рекомендуемого оборудования, необходимого для производства выбранных лакокрасочных продуктов.

Таблица 2

Выбор оборудования для производства лакокрасочных материалов

Наименование цеха	Характеристика технологического оборудования
Реакторное отделение	Реактор с индукционным обогревом, оборудованный перемешивающим устройством и змеевиком
	Смеситель с охлаждающей рубашкой, оборудованный перемешивающим устройством
	Кожухотрубчатый теплообменник (конденсатор реактора)
	Кожухотрубчатый теплообменник (конденсатор смесителя)
Отделение диспергирования	Диссольвер для непрерывного перемешивания
	Смеситель, оборудованный перемешивающим устройством
	Горизонтальная бисерная мельница типа ЕНР
	Фильтр патронный с фильтрующими элементами «Кюно»

По ходу работы программы характеристики отдельных аппаратов могут быть изменены (при наличии у разработчиков аналогичного свободного оборудования). При этом экспертная система проверяет пригодность таких аппаратов для производства ЛКМ, используя вышеизложенные алгоритмы.

Основные этапы работы экспертной системы

1. На первом этапе пользователь выбирает производимые ЛКМ из заложенных в программе. Всего в программу заложено более 100 наименований ЛКМ с различными спектрами применения, наиболее востребованных на рынке. Среди них непигментные ЛКМ (лаки) и пигментные ЛКМ (лаки, краски, грунтовки).

2. Далее для анализа технологических цепочек производств есть возможность просмотра принципиальных технологических схем производства материалов выбранного ассортимента. Это позволяет проанализировать целесообразность совместного выпуска тех или иных продуктов.

3. Среди исходных реагентов для производства эмалей присутствуют полуфабрикатные лаки. В программе предусмотрен выбор их к производству как в виде отдельных продуктов, так и в составе рецептуры эмалей, что позволяет более оптимальным образом сформировать технологический процесс и сырьевую базу.

4. Для большей части лаков существуют различные варианты рецептур, отличающиеся основой производства (жирные кислоты талового масла или растительные масла). Для более оптимального использования технических и сырьевых ресурсов в БД и БЗ программы заложены различные варианты рецептур. Такое решение дает возможность спроектировать наиболее оптимальную технологическую схему.

5. Информация, полученная в диалоге с пользователем, позволяет программе рассчитать основные характеристики проектируемого производства. Отдельно рассчитываются параметры оборудования для непигментированных материалов (лаков), например реактор для пигментированных лаков – бисерная мельница. Также подбираются типы и параметры насосов фильтров. Одной из основных проблем развития современных малотоннажных производств представляется необходимость использования имеющегося основного технологического оборудования в новых проектируемых схемах. В ЭС предусмотрена возможность использования уже имеющегося оборудования с расчетом его эффективности. Расчеты могут производиться для различных вариантов работ (одно-, двух-, трехсменная работа).

6. Конечным этапом работы программы являются вывод спецификации основного технологического оборудования и расчет энергетических показателей.

7. Дополнительно предусмотрен просмотр рецептуры любого из заложенных в БД продуктов.

8. Вывод на печать.

Разработанный программный продукт применяется при проектировании малотоннажных лакокрасочных производств в НПО «ЛКП» и ООО «S.V.K.» Прототип ЭС позволяет значительно сократить временные и материальные затраты на проектирование или реорганизацию производств. Применяемые решения дают возможность создавать общие технологические структуры, способные оптимальным образом реагировать на изменения требований рынка. Необходимо также отметить возможность применения имеющегося оборудования и сырьевой базы, что позволяет добиться существенной экономии.

В качестве примера ассортимента приведены известные ЛКМ, но ЭС может работать и с новыми рецептурами ЛКМ, информация о которых вводится в БД. После выбора оптимальной технологической схемы производства, определения сырьевых компонентов и их норм расхода, а также энергетических и эксплуатационных затрат можно подобрать и оценить соответствующее оборудование, а также определить поставщиков и цены на сырье. Наличие ценовых показателей и оценка конкурентов, работающих в этом же секторе реальной экономики, позволят определить ценовую политику инновационной продукции и оценить эффективность инновационного проекта в целом, включая сроки окупаемости, инвестиционную и кредитную схему его реализации.

С использованием данной ЭС определяются рецептуры выбранного ассортимента ЛКМ, а следовательно, виды и нормы расхода сырья, а также энергетические затраты. Другими словами, определяются капитальные (оборудование) и эксплуатационные (оборотные средства) затраты путем анализа цели через Internet для полученной аппаратурно-технологической схемы производства.

Гибкая технологическая система для многоассортиментных лакокрасочных производств

Система направлена на обеспечение потребностей отечественного рынка высококачественными ЛКМ, т.е. на создание гибких производственных малотоннажных линий, позволяющих быстро переходить от одного вида продукции к другому (рис. 4).

Специалистами компании ООО «С.В.К.» и НПО «ЛКП» был разработан проект гибкой технологической системы для многоассортиментных лакокрасочных производств различных видов ЛКМ. Все оборудование может быть выполнено во взрывозащищенном исполнении для производства ЛКМ на органических растворителях, а также в обычном исполнении из нержавеющей стали для производства водно-дисперсных акриловых ЛКМ и клеев.

Рис. 4. Гибкая технологическая система для малотоннажных многоассортиментных лакокрасочных производств (1 – бисерная мельница НМ-20ЕНР, 2 – диссольвер ДС, 3 – смеситель 0,63 м³, 4 – смеситель-усреднитель 1 м³, 5 – дежа (V=300; 500; 1000 л), 6 – весы платформенные, 7 – насос шестеренчатый)

Вся масса перемешивается с помощью устройства с подъемной рамной мешалкой со скоростью 50 об/мин. Готовую продукцию после фильтрации фасуют в полиэтиленовые бочки емкостью 50 л и 100 л или в мелкую тару емкостью от 1 л до 15 л на фасовочном агрегате. Все оборудование для изготовления водно-дисперсных акриловых ЛКМ выполнено из нержавеющей стали. Проектом предусмотрена практически безотходная технология производства. По мере необходимости технологическое оборудование замывается водой. Замывочные воды собираются в тару и вторично используются в технологическом процессе.

Наименование применяемого оборудования и его характеристики приведены в табл. 3. Выбранный состав и технические характеристики оборудования не являются постоянными и могут корректироваться по результатам изготовления опытных партий материала и в зависимости от технического задания заказчика.

Заключение

В работе показаны пути организации производства и выбора оборудования для малотоннажных многоассортиментных предприятий лакокрасочной отрасли на основе современных организационно-технологических принципов с применением экспертных систем и инновационного подхода к организации фирмы, которые реализованы на предприятиях НПО «ЛКП» и ООО «С.В.К.», имеющих в комплексе как собственное производство оборудования для создания ЛКМ и ЛКП, так и производство промышленных ЛКМ и оборудования для их нанесения.

Все научные, конструкторские и промышленные департаменты ориентированы и обеспечивают диверсификацию, а также выпуск качественной конкурентоспособной продукции высокого уровня.

Таблица 3

Комплектация и технические характеристики оборудования технологической системы для многоассортиментных лакокрасочных производств

Наименование	Количество	Материалы	Технические данные
Бисерная мельница НМ 20 ЕНР	1	Сталь Х18Н10Т	V = 20 л
Диссольвер 4-скоростной (возможно оснащение частотным преобразователем)	1	Сталь Х18Н10Т	h = 620, 910, 1350, 1900 об/мин. ДС-300
Смеситель	2	Сталь Х18Н10Т	V = 0,63 м³; n = 50 об/мин
Смеситель-усреднитель	1	Сталь Х18Н10Т	V = 1,0 м³; n = 50 об/мин
Перемешивающее устройство с подъемной рамной мешалкой	2	Сталь Х18Н10Т	n = 50 об/мин
Дежа	4	Сталь Х18Н10Т	V = 300 л
Весы платформенные	1	Разный	Q = 600 кг
Насос шестеренный	2	Чугун – бронза	Q = 1,6 м³/ч
Общая потребляемая мощность			N = 70 кВт
Занимаемая площадь			S = 120 м³

Этот опыт и системный подход применимы и для других предприятий малотоннажной химии, например для фармацевтики, производства особо чистых веществ и катализаторов, а также других фирм малого и среднего бизнеса.

Список литературы

1. Крылов Э.И., Власов В.М., Журавлева Н.В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятий. М.: Финансы и статистика, 2003. 608 с.

2. Путилов А.В. Введение в научно-технический маркетинг. М.: ИД «Руда и металлы», 2003. 112 с.

3. Бузник В.И. Химия и малое высокотехнологичное предпринимательство // Химия в России. 2000. № 3. С. 3–6.

4. Fuchino T., Shimada Y., Kitajima T., Takeda K., Miyazawa M. Framework to manage engineering technology for plaint maintenance. Journal of Chemical Engineering of Japan. 2015. Vol. 48. № 8. P. 662–669.

5. Богомолов Б.Б. Структурное моделирование химико-технологических процессов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 148 с.

6. Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Богомолов Б.Б., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Анализ организационно-технологического инжиниринга энергоресурсоэффективных экологически безопасных малотоннажных лакокрасочных производств // Химическая технология. 2021. Т. 22. № 4. С. 183–192.

7. Meshalkin V.P., Khodchenko S.M. Nature and types of engineering of energy- and resource-efficient chemical process systems. Polymer science. Series D. 2017. Vol. 10. № 4. P. 347–352.

8. Дроговоз П.А. Организационно-экономическое проектирование бизнес-архитектуры наукоемкого промышленного предприятия. М.: ООО «Ваш формат», 2018. 108 с.

9. Болдырев В.С., Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Кузнецов С.В., Колыбанов К.Ю. Технологическо-организационный инжиниринг окрасочных производств // Теорет. основы хим. технологии. 2020. Т. 54. № 3. С. 299–303.

10. Зиятдинов Н.Н. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем // Теорет. основы хим. технологии. 2017. Т. 51. № 6. С. 613–617.

11. Богомолов Б.Б., Болдырев В.С., Зубарев А.М., Мешалкин В.П., Меньшиков В.В. Интеллектуальный логико-информационный алгоритм выбора энергоресурсоэффективной химической технологии // Теорет. основы хим. технологии. 2019. Т. 53. № 5. С. 483–492.

12. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гапов М.Р., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Силкина Г.Ю. Тебекин А.В. Стратегия управления инновационной деятельностью: анализ, планирование, моделирование, принятия решений, организация, оценка. М.: Стратегия будущего, 2017. 312 с.

13. Ляхович Д.Г. Планирование и управление процессами промышленного предприятия: проблемы и организационно-технические решения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2020. № 1. С. 81–93.

14. Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А. Процессы и аппараты химической технологии. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной отрасли. М.: МГУИЭ, 2010. 212 с.

15. Богомолов Б.Б., Меньшиков В.В., Болотин Б.М., Болдырев В.С., Елистраткина В.О. Информационно-вычислительная система для проектирования и конструирования промышленных окрасочных линий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2019. № 11. С. 27–35.

16. Гордеев Л.С., Бобров Д.А., Макаров В.В., Сбоева Ю.В. Системный анализ многоассортиментных химических производств. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. 104 с.

17. Шарапова И.И., Меньшиков В.В., Богомолов Б.Б., Болдырев В.С., Кузнецов С.В. Алгоритм проектирования технологической линии нанесения лакокрасочных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2020. № 12. С. 34–39.

УДК 658.5

AGILE И SCRUM – ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ

Галимулина Ф.Ф., Шинкевич А.И., Зарайченко И.А.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: 080502e_m@mail.ru, ashinkevich@mail.ru, irina-zar@mail.ru

В статье представлено исследование концептуального подхода к управлению проектами экологизации нефтехимических производств, основанного на гибкости и адаптивности к изменениям внутренней и внешней среды, а именно – на подходе Agile. Цель исследования заключается в изучении преимуществ Agile-методологии и ее инструментов в контексте повышения качества нефтехимической продукции и экологизации производств. В качестве методов исследования применены методика Scrum, метод моделирования в формате нотации $IDEF_0$, методы измерения и сравнения. Представлен обзор методик, образующих в совокупности набор инструментов Agile-подхода (Scrum, Kanban, Lean); проведена диагностика функциональной гибкости организаций и применяемости инструментов Agile; формализована система управления проектами экологизации нефтехимических производств на основе принципов Agile, применена методика Scrum с учетом специфики в части этапов проектной организации; уточнена система управления проектами экологизации на примере нефтехимического предприятия. Новизна представленного исследования заключается в адаптации широко используемого подхода Agile к проектам экологизации нефтехимических производств, что служит базисом для стандартизации и повышения качества выпускаемой продукции, охраны окружающей среды. Предложенная методика управления проектами на основе Scrum может быть заложена в основу функционального бенчмаркинга.

Ключевые слова: Agile, Scrum, проекты экологизации, качество нефтехимической продукции, моделирование, $IDEF_0$

AGILE AND SCRUM ARE EFFECTIVE TOOLS FOR IMPROVING THE QUALITY OF PETROCHEMICAL PRODUCTS AND GREENING PRODUCTION FACILITIES

Galimulina F.F., Shinkevich A.I., Zaraychenko I.A.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: 080502e_m@mail.ru, ashinkevich@mail.ru, irina-zar@mail.ru

The article presents a study of a conceptual approach to the management of projects for the greening of petrochemical industries, based on flexibility and adaptability to changes in the internal and external environment, namely, the Agile approach. The purpose of the study is to study the advantages of the Agile methodology and its tools in the context of improving the quality of petrochemical products and greening production facilities. The Scrum methodology, the modeling method in the IDEF0 notation format, measurement and comparison methods are used as research methods. An overview of the methods that together form a set of tools of the Agile approach (Scrum, Kanban, Lean) is presented; diagnostics of the functional flexibility of organizations and the applicability of Agile tools are carried out; the project management system for greening petrochemical industries based on Agile principles is formalized, the Scrum methodology is applied taking into account the specifics of the stages of the project organization; the greening project management system is clarified on the example of a petrochemical enterprise. The novelty of the presented research lies in the adaptation of the widely used Agile approach to projects of greening petrochemical industries, which serves as a basis for standardization and improving the quality of products, environmental protection. The proposed Scrum-based project management methodology can be used as the basis for functional benchmarking.

Keywords: Agile, Scrum, greening projects, quality of petrochemical products, modeling, $IDEF_0$

С каждым годом мировое сообщество, хозяйствующие субъекты все чаще сталкиваются с вызовами современности – новыми запросами рынка, новыми предложениями конкурентов, экономическими и политическими колебаниями, требующими быстрого реагирования на экзо- и эндогенные изменения. Успеха добиваются организации, способные принять вызов, а не сопротивляющиеся новым задачам. В силу сложных технологических процессов, высокой фондоемкости промышленным предприятиям особенно сложно оперативно адаптироваться к таким вызовам.

Конкурентное преимущество гибких преобразований обеспечивается путем развития по принципам Agile – совокупности ценностей, позволяющих повысить эффективность функционирования посредством рационально выстроенных коммуникаций, оперативной реакции участников функционирующей системы на изменения и сосредоточенность на создании ценности для потребителя. Agile охватывает ряд методов управления, в частности SCRUM, Kanban, Lean (бережливое развитие), отличающихся организацией процесса управления. Как следствие, решение проблемы путем прогрессивного преобразования предприятия обеспечит ему устойчивую эффективность в долгосрочной перспективе.

Изучение возможностей и преимуществ подхода Agile широко представлено в научной литературе, в частности в контексте

проектного управления [1–3], разработки программного обеспечения [4, 5], управления человеческими ресурсами [6–8] и других функциональных аспектов. Вместе с тем в рамках обзора научной литературы выявлена слабая изученность Agile-подхода относительно развития промышленности, оптимизации производственных процессов и устойчивого развития (с позиции экологизации производств). На наш взгляд, Agile-методология является одним из ключевых инструментов достижения синергетического эффекта в условиях перехода к устойчивому развитию и соответствия принципам ESG (экологическое, социальное и корпоративное управление), что обусловливает актуальность исследования подхода Agile в целях повышения экологичности промышленных предприятий, в частности нефтехимических производств.

Цель исследования заключается в изучении преимуществ Agile-методологии и ее инструментов в контексте повышения качества нефтехимической продукции и экологизации производств. Достижение поставленной цели обусловлено решением таких задач, как:

– исследование сущности и содержания Agile-методологии;

– диагностика функциональной гибкости организаций и применяемости инструментов Agile;

– формализация системы управления проектами экологизации нефтехимических производств на основе принципов Agile;

– апробация системы управления проектами экологизации на примере нефтехимического предприятия.

Материалы и методы исследования

В рамках достижения обозначенной цели применена совокупность методов исследования, детерминированная спецификой освещаемой проблематики:

– методология Agile и методика Scrum, позволяющие рационально выстроить этапы выполнения проекта;

– метод моделирования в формате нотации $IDEF_0$, что обеспечивает логичное описание моделируемого процесса (в нашем случае – этапов проектного управления), позволяет отразить системный подход к поддержке данного процесса (требования внешней среды, цифровые технологии);

– метод измерения, позволяющий оценить показатели воздействия производственных процессов на окружающую среду;

– метод сравнения, заложенный в основу бенчмаркинга, позволяющий оценить динамику и устойчивость нефтехимических производств к дестабилизирующим факторам внешней среды.

Результаты исследования и их обсуждение

Agile-подход базируется на ключевых принципах, согласно которым приоритет отдается [9]:

– эффективному взаимодействию между сотрудниками предприятия, участниками проектной команды, а не процессам;

– эффективно функционирующей системе, а не документообеспечению;

– продуктивному взаимодействию с клиентами, а не процессу обсуждения договорных условий;

– адаптивности к воздействию внешних и внутренних факторов, а не планам.

Как было отмечено выше, подход Agile – собирательное понятие, в рамках которого организация самостоятельно комбинирует методики в целях повышения эффективности деятельности. Наиболее распространены методики Scrum, Kanban, Lean (рис. 1).

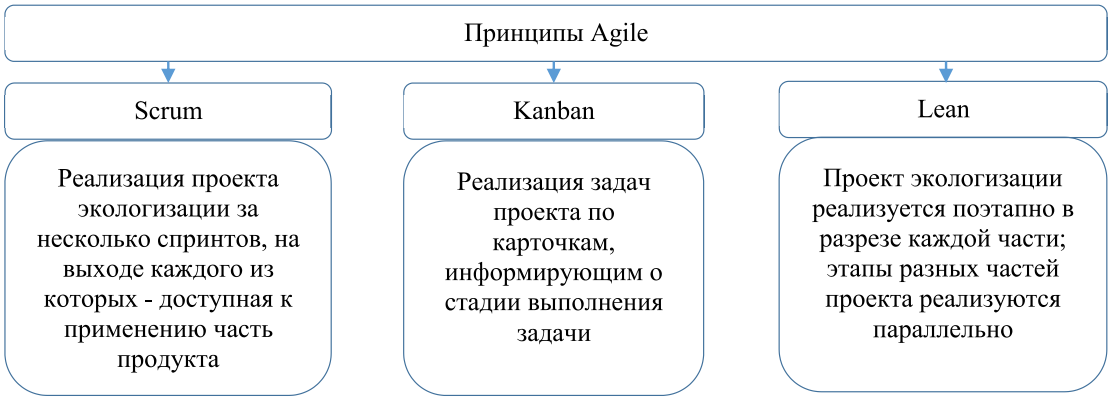


Рис. 1. Специфика методов, реализующих принципы Agile

а) Функции, в которых организации наиболее гибки (Agile), % опрошенных

б) Подразделения, реализующие Scrum-методику, % опрошенных

Рис. 2. Реализация Agile и Scrum в организациях [10, 11]

Особенность Scrum-метода, представляющая преимущество в рамках реализации проекта экологизации нефтехимического предприятия, заключается во временных границах спринтов, что способствует соблюдению строгого графика выполнения задач по проекту.

В 2018 г. международная сертифицирующая организация по Scrum – Scrum Alliance – опубликовала результаты исследования в области гибких преобразований в организациях разных отраслей. В число респондентов из разных стран вошли руководители промышленных предприятий (14 %), банковской сферы (13 %), телекоммуникаций (9 %) и розничных продаж (8 %). Среди преимуществ организационной гибкости отмечены ускорение инновационной деятельности, освоения новых рыночных ниш, рост конкурентоспособности, повышение финансовых и нефинансовых результатов и др. [10].

Что касается сфер применения Agile-подхода, то наиболее гибкое реагирование на дестабилизирующие факторы отмечается в операционной деятельности организаций, развитии технологий и сфере продаж, менее «маневренной» функциональной деятельностью признано производство (рис. 2а). Scrum-метод в большинстве случаев применяется в операционной и производственной деятельности, в сфере НИОКР и продаж, в меньшей степени – в области финансов (рис. 2б).

В целом организации, реализующие подход Agile, используют преимущественно смешанный инструментарий (Scrum, Kanban, Lean, «водопадный» подход), нежели исключительно Scrum [11].

Реализации проекта экологизации нефтехимического предприятия предшествует диагностика экологической нагрузки в целях выявления проблем и наилучшего опыта как в собственном развитии, так и в отрасли (функциональный бенчмаркинг). Предлагается методика оценки:

1) экологической нагрузки предприятия (углеродоемкости, уровня оборотного использования водных ресурсов, затрат энергоресурсов);

2) экологической нагрузки производственных фондов (отношение фондоемкости к объему загрязняющих выбросов на 1 трлн руб. выручки);

3) экологической нейтральности нефтехимического предприятия (совокупная рейтинговая оценка вышеобозначенных индикаторов).

По результатам оценки определяются индикаторы, в наименьшей степени отвечающие принципам устойчивого развития и ESG-критериям, на основе чего принимается решение о необходимости проекта экологизации – в части сокращения вы-

бросов загрязняющих веществ, эффективной очистки сточных вод или оборотного использования водных ресурсов. Исходя из этого планируются 3 ключевых спринта – проектирование, совершенствование программного обеспечения для автоматизации процессов производства и управления и установка более совершенного оборудования (обновление). Каждый спринт строго ограничен сроками. После запуска модернизированной системы сведения о показателях системы отражаются в информационной системе предприятия, на основе чего вновь осуществляется оценка экологической нагрузки и экологической нейтральности предприятия (рис. 3). Спринты 2 и 3 реализуются параллельно разными командами, но на основе кооперативного взаимодействия. В качестве инструмента описания логики проектного управления применена нотация $IDEF_0$, модель построена в среде Business Studio.

Авторская методика оценки экологической нагрузки нефтехимического предприятия апробирована на примере ПАО «Нижнекамскшина». Рассчитаны составляющие индикаторы (рис. 4), согласно которым по предприятию ежегодно улучшаются показатели эффективности управления водными ресурсами (повышение степени оборотного использования воды с 38% до 68%), но усиливается негативное воздействие на атмосферу (рост затрат на энергоресурсы, отнесенных к объему выбросов загрязняющих веществ, – с 2,4 млн руб./т до 3,18 млн руб./т).

Диагностика экологической нагрузки производственных фондов ПАО «Нижнекамскшина» позволила выявить низкий уровень показателя в сравнении с деятельностью ООО «Татнефть-Пресскомпозит» (0,012 трлн руб./т и 0,023 трлн руб./т соответственно в 2020 г.), что расцениваем как позитивную характеристику. Вместе с тем в динамике нагрузка увеличивается с0,0089трлн руб./тв2018г.до0,012трлн руб./т в 2020 г. Данное наблюдение позволяет выявить вторую проблему – рост экологической нагрузки производственных фондов предприятия в результате повышения фондоемкости (в частности, в связи с увеличением износа основных средств).

Совокупная экологическая нейтральность нефтехимического предприятия также сравнительно высока на протяжении 2018-2020 гг. Однако расчеты показали незначительное снижение рейтинговой оценки – с 0,885 в 2019 г. до 0,875 в 2020 г.

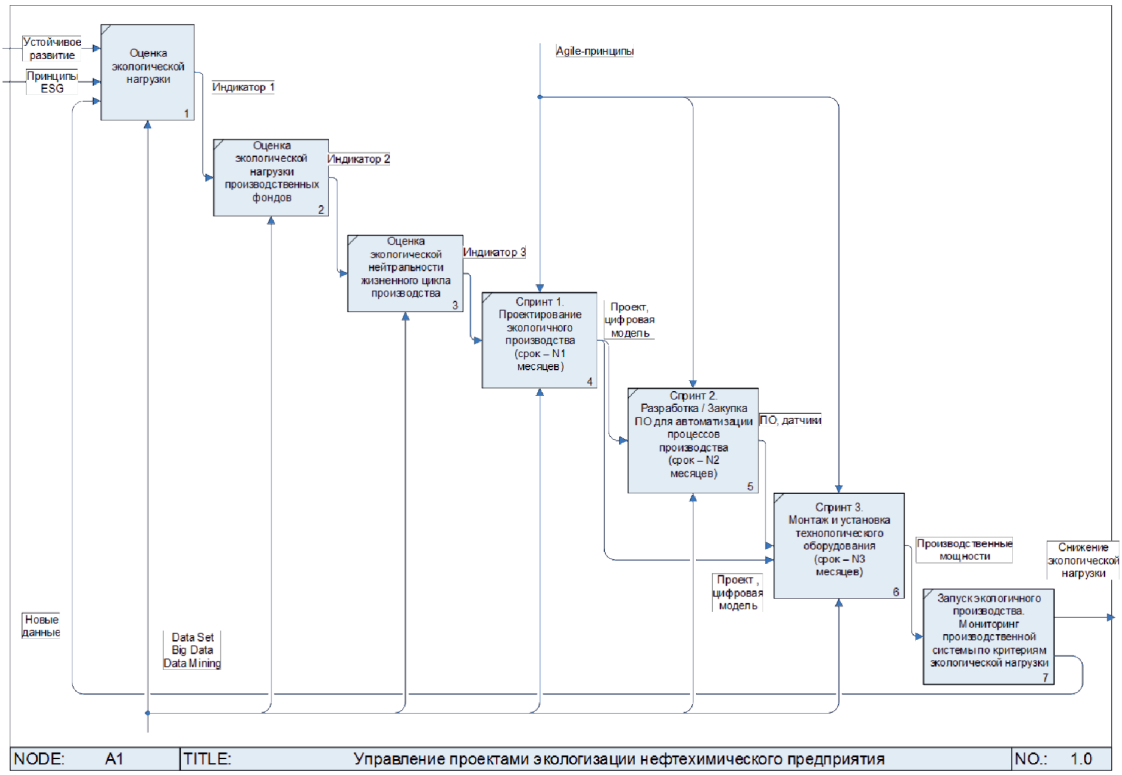


Рис. 3. Этапы реализации проекта экологизации нефтехимического производства на основе Scrum-метода (составлено авторами)

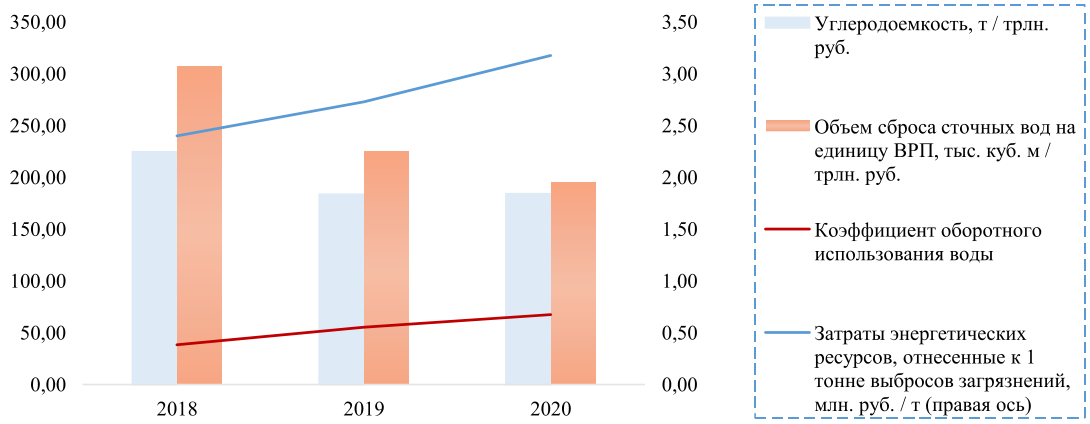


Рис. 4. Показатели влияния деятельности ПАО «Нижнекамскшина» на окружающую среду (рассчитано авторами)

Выводы

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что кризис 2020 г., связанный с карантинными мероприятиями мирового масштаба, негативно повлиял на экологические показатели деятельности ПАО «Нижнекамскшина», что свидетельствует о наличии потенциала реализации принципов Agile и методики Scrum в целях экологизации нефтехимического производства.

Таким образом, на предприятии необходимо реализовать следующие проекты по повышению экологичности производства:

1) проекты по модернизации основных средств, направленные на переход к устойчивому развитию и приведение нефтехимического производства в соответствие с ESG-критериями;

2) проекты по цифровизации технологических процессов в целях стандартизации.

Новизна представленного исследования заключается в адаптации широко используемого подхода Agile к проектам экологизации нефтехимических производств, что служит базисом для стандартизации и повышения качества выпускаемой продукции, охраны окружающей среды. Модернизация проектного управления на предприятии способствует повышению гибкости производственных систем в условиях нестабильной внешней среды, что в контексте специфики нефтехимической отрасли имеет важное стратегическое значение.

Предложенная методика управления проектами на основе Scrum может быть заложена в основу функционального бенчмаркинга, в рамках настоящего исследования апробирована на примере нефтехимического предприятия, обеспечивает выявление проблемных зон в рамках жизненного цикла нефтехимической продукции, служит основой для определения потенциальных проектов по модернизации производств. Планируется развивать исследования путем формализации методики в виде программы для ЭВМ.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-2600.2020.6.

Список литературы

1. Чуланова О.Л. Инновационные технологии управления проектами: гибкая методология Agile Manifesto // Вестник Сургутского государственного университета. 2018. № 1 (19). С. 98–105.

2. Локтионов Д.А., Масловский В.П. Критерии применения Agile-методологии для управления проектом // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 6. С. 839–854.

3. Мухин К.Ю. Новая эра Agile: есть ли будущее у традиционных подходов в управлении проектами?! // Экономические науки. 2018. № 159. С. 17–21.

4. Кошечкин К.А. Применение методов Agile и Scrum при разработке программного обеспечения для автоматизации экспертизы лекарственных средств // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2017. Т. 7. № 1. С. 64–68.

5. Хайриев Ф.Н.У. Использование Agile-подхода к созданию программного обеспечения // Universum: технические науки. 2021. № 5–1 (86). С. 68–71.

6. Борисоглебская Л.Н., Шикова Е.И. Инновационные методы управления персоналом: система Agile-трансформация организации масштаба Сбербанка // Вестник университета. 2016. № 12. С. 139–142.

7. Прима Я.Г., Свечников Н.С., Аганиязова М. Человеческий капитал проектной команды в условиях Agile-трансформации бизнеса // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2021. № 2 (30). С. 28–36.

8. Варламов А.Г. Agile методологии в системе управления персоналом // Студенческий вестник. 2021. № 12–3 (157). С. 55–57.

9. Описание технологии Agile/Scrum [Электронный ресурс]. URL: https://itrp.ru/questions/opisanie-tehnologii-scrum/ (дата обращения: 04.09.2021).

10. The elusive agile enterprise: how the right leadership mindset, workforce and culture can transform your organization [Electronic resource]. URL: https://www.scrumalliance.org/ScrumRedesignDEVSite/media/Forbes-Media/ScrumAlliance_REPORT_FINAL-WEB.pdf (date of access: 04.09.2021).

11. State of Scrum 2017-2018. Scaling and Agile transformation [Electronic resource]. URL: https://www.scrumalliance.org/ScrumRedesignDEVSite/media/ScrumAllianceMedia/Files%20and%20PDFs/State%20of%20Scrum/2017-SoSR-Final-Version-(Pages).pdf (date of access: 04.09.2021).

УДК 658.51

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ АГРЕГИРОВАННЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА МАШИН АРКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гарина И.О.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, e-mail: ir.garina@gmail.com

В работе рассмотрена цифровая трансформация процессов жизненного цикла техники военного и специального назначения посредством внедрения цифровых двойников. Проанализированы особенности процессов жизненного цикла, специфика условий эксплуатации, ремонта и обслуживания машин арктического назначения. Обозначены проблемы производства и эксплуатации машин арктического назначения, для решения которых требуется модернизация процессов производства машин арктического назначения. Определена необходимость развития команд, инструментов и производственных процессов для цифровой трансформации процессов управления жизненным циклом. Проанализированы преимущества, получаемые от внедрения агрегированных цифровых двойников. Рассмотрены перспективы и подходы к внедрению цифровых двойников с использованием блокчейн-онтологии и смарт-контрактов в проектирование, производство и управление жизненным циклом техники военного и специального назначения, используемой в арктическом регионе. Разработан методический подход к внедрению технологий агрегированных цифровых двойников в процессы производства машин арктического назначения. Приведена схема взаимодействия инструментов внутри системы управления жизненным циклом. Разработана последовательность внедрения инструментов блокчейн-онтологии, смарт-контрактов, цифрового двойника агрегатов в машиностроительное производство. Рассмотрены этапы внедрения инструментов в производственные процессы. Приведены перспективы комплексного использования предложенных инструментов в рамках модернизации процессов управления жизненным циклом машин арктического назначения.

Ключевые слова: машиностроение, техника военного и специального назначения цифровой двойник, блокчейн, блокчейн-онтология, цифровая трансформация

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF AGGREGATED DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION PROCESSES OF MACHINES FOR ARCTIC PURPOSES

Garina I.O.

Moscow State Technical University N.E. Bauman, Moscow, e-mail: ir.garina@gmail.com

The paper considers the digital transformation of the life cycle processes of military and special-purpose equipment through the introduction of digital twins. The features of the life cycle processes, the specifics of the operating conditions, repair and maintenance of machines for Arctic purposes are given. The problems of production and operation of machines for Arctic purposes are outlined, for the solution of which it is necessary to modernize the production processes of machines for Arctic purposes. The need for the development of teams, tools and production processes for the digital transformation of life cycle management processes is determined. The advantages obtained from the implementation of aggregated digital twins are analyzed. Prospects and approaches to the implementation of digital twins using blockchain ontology and smart contracts in the design, production and lifecycle management of military and special-purpose equipment used in the Arctic region are considered. A methodological approach to the implementation of aggregated digital twins technologies in the production processes of machines for Arctic purposes has been developed. The scheme of interaction of tools within the life cycle management system is given. A sequence has been developed for the implementation of blockchain ontology tools, smart contracts, and a digital twin of aggregates in mechanical engineering. The stages of introducing tools into production processes are considered. Prospects for the integrated use of the proposed tools within the framework of the modernization of life cycle management processes for Arctic machines are presented.

Keywords: mechanical engineering, military and special-purpose machinery, digital twin, blockchain, blockchain ontology, digital transformation

Цифровизация производства – это процесс внедрения современных технологий, обеспечивающих предприятие конкурентными преимуществами с повышением качества продукции, снижением издержек и обеспечением гибкости производства. Актуальным подходом к цифровой трансформации производства является реализация концепции цифровых двойников (digital twins) промышленных изделий и процессов их создания и эксплуатации. При этом различают цифровые прототипы (Digital Twin Prototype, DTP) на стадии проектирования изделия, цифровые экземпляры (Digital Twin Instance, DTI) как двойники конкретных физических объектов на стадии эксплуатации и цифровые агрегаты (Digital Twin Aggregate, DTA) как упорядоченные совокупности цифровых двойников изделий и процессов их жизненного цикла (далее – ЖЦ).

Внедрение технологий DTA позволяет значительно улучшить процессы создания и эксплуатации машинострои-

тельной продукции, предназначенной для специфических природно-климатических условий применения, в которых ограничены возможности оперативного ремонта и содержания запасов составных частей и комплектующих. Особую актуальность рассматриваемые вопросы приобретают в контексте активного освоения арктических территорий.

Специфика процессов жизненного цикла машин арктического назначения

Понятие ЖЦ используется для комплексного управления изделием во время всего периода его существования – от появления потребности и первых требований до вывода из эксплуатации, замены и утилизации. Согласно ГОСТ Р 56136-2014, ЖЦ изделия – это совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия от ее замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия от момента завершения его производства до утилизации [1]. ЖЦ изделий состоит из стадий, выделяемых по признакам работ на этих стадиях, и их результатов. Стадии ЖЦ, в свою очередь, делятся на этапы, выделяемые по признакам контроля характеристик проектных решений типовой конструкции и (или) физических характеристик экземпляров изделий.

К этапам ЖЦ относятся: формирование требований и обоснование разработки, разработка технического задания, проведение опытно-конструкторских работ, производство, испытания, эксплуатация, модернизация, обслуживание, утилизация. Более детально схему полного ЖЦ изделий отражает рис. 1.

Согласно рис. 1, на первом этапе ЖЦ проводятся научно-исследовательские работы, которые по своей сути могут быть фундаментальными, поисковыми или прикладными. Результатом этого этапа являются прошедшие проверку идеи, представленные открытиями или изобретениями. На втором этапе происходит формирование технического задания на основе данных, полученных после первого этапа, и с учетом требований заказчика. После того как техническое задание сформировано, начинается этап проектно-конструкторских работ, в рамках которого разрабатываются проектная документация и опытные образцы. На этапе технологической подготовки и освоения производства создаются маршрутная и подетальная технологии, необходимая специальная оснастка и оборудование. Так полностью заканчивается процесс проектирования и начинается этап производства. Для ряда изделий выделяют шестой этап – реализацию, хранение, транспортировку, монтаж и отладку полученного изделия. Завершается ЖЦ этапами эксплуатации и утилизации изделия.

В последние годы Российская Федерация наращивает свое присутствие в Арктике. Данный регион считается перспективным из-за обилия полезных ископаемых, в первую очередь нефти и газа, и стратегически важным из-за проходящего там Северного морского пути и необходимости оборонять северные рубежи России [2]. Машинная техника военного и специального назначения (далее – МТВСН), используемая в данном регионе, должна быть сконструирована с учетом его особенностей, таких как:

– слабонесущие грунты;

– большое количество снега зимой и увеличение водных ресурсов летом;

– невозможность быстрого восстановления окружающей среды;

– наличие крепких мерзлотных пород.

Особенности условий эксплуатации накладывают ограничения на применение существующих технологий управления жизненным циклом (далее – УЖЦ) МТВСН. Труднодоступность региона также ограничивает обслуживание техники, из-за чего значительно возрастают затраты на ремонт и обслуживание. Хранение запасных частей является дорогостоящим, так как требует обслуживания складов при низких температурах, что приводит к необходимости минимизировать время их складирования. Для решения этой проблемы нужно реализовывать концепцию zero inventory, т.е. не хранить запасные части, которые не требуются в данный момент времени. Кроме того, необходимо максимально роботизировать складские помещения, так как количество обслуживающего персонала ограничено, и автоматизировать поставки.

Внедрение цифровых двойников может помочь решить проблемы ремонта и обслуживания техники благодаря использованию предиктивного обслуживания, что позволит реализовать концепцию zero inventory, а также улучшит качество машин, обеспечивая этапы проектирования и производства достоверными данными. Следует отметить, что их использование существенно изменит все процессы производства, а также окажет влияние на процессы УЖЦ [3]. Существующие подходы к проектированию, производству и эксплуатации техники не могут поддержать эти изменения [4].

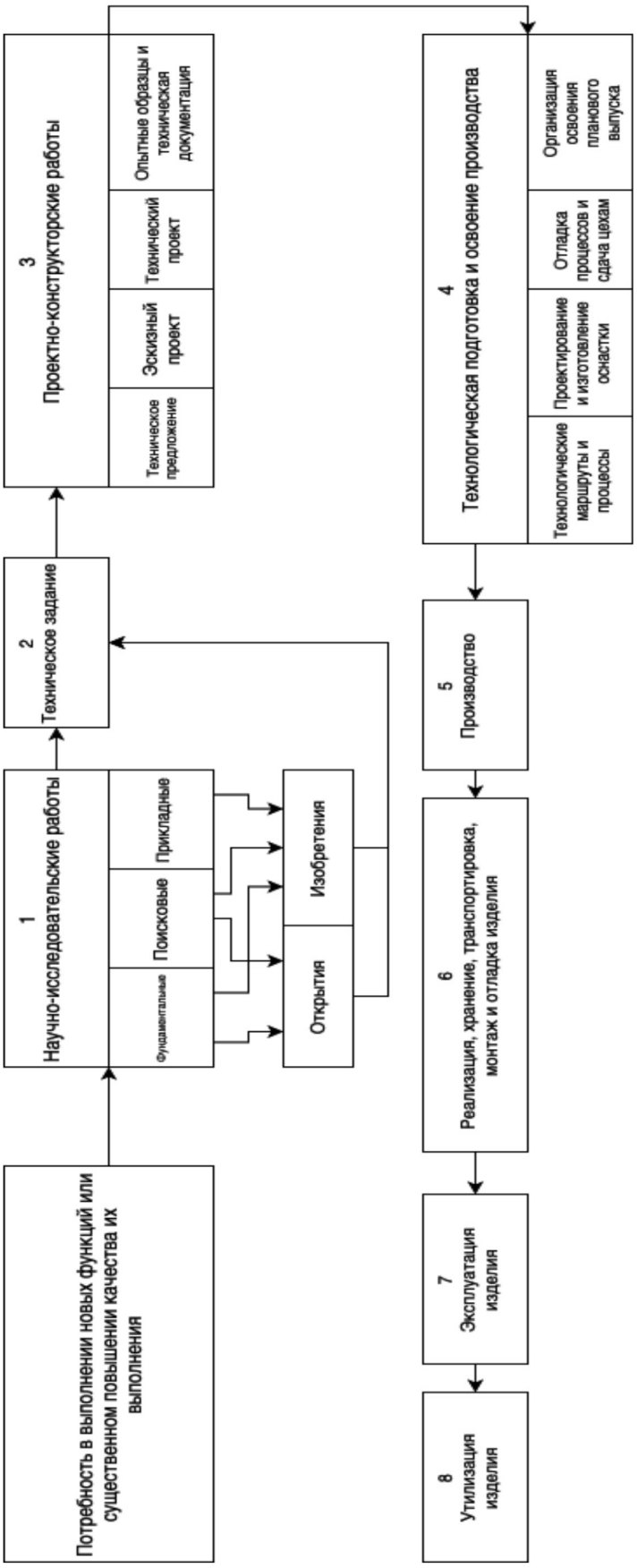


Рис. 1. Схема полного ЖЦ изделия

Отличительные особенности и ключевые технологические элементы агрегированных цифровых двойников

Цифровые двойники могут являться цифровым представлением как отдельной сущности, например машины, так и моделировать целые технологические процессы. Цифровые двойники позволяют решать проблемы проектирования и производства, обеспечивая инженеров достоверными данными в реальном времени, тем самым позволяя повышать качество разрабатываемой и производимой продукции. Кроме того, их использование делает возможным внедрение механизмов предиктивного обслуживания [5–7]. В свою очередь, цифровые двойники, используемые для моделирования процессов производства, могут качественно улучшать процессы УЖЦ. Их использование в совокупности с блокчейн-онтологией и смарт-контрактами окажет существенное влияние на УЖЦ изделий [8].

Рассматривая процесс проектирования, необходимо отметить, что на данный момент разрывы между стадиями приводят к распределению ролей команд внутри процесса [9]. Команды проектирования отвечают за свою часть работы и имеют слабую связь как с другими командами, так и с последующими этапами производства и эксплуатации. Внедрение цифровых двойников и блокчейн-онтологий потребует не только развития этих команд, повышения компетенций в технической части работы, но и способностей анализа использования продукта, а также понимания специфики производства. Развитие технических средств проектирования обусловит ужесточение спецификаций, повышение квалификации сотрудников и увеличение их вовлеченности в разрабатываемый продукт. Увеличение количества технической документации и развитие средств УЖЦ изделия потребуют увеличения мощностей, доступных инженерам, а также повышения устойчивости всех систем. Кроме того, процесс модернизации техники, который на данный момент основывается на анализе рынка и потребностей пользователей, изменится в сторону анализа продукта на основе данных цифровых двойников и предиктивного усовершенствования машин на основе собранной информации [10].

Графические представления схем процессов модернизации продукта до и после внедрения блокчейн-онтологий, смарт-контрактов и цифровых двойников в нотации BPMN представлены на рис. 2 и 3. До внедрения предлагаемых инструментов процессы модернизации линейные, т.е. основаны на получении задания от заказчика. С появлением цифровых двойников инженеры могут независимо анализировать данные и предлагать решения, которые позволят повысить качество продукта.

Производственные процессы также должны будут претерпеть изменения. Существующие регламенты потребуют большой стандартизации. Сбор и анализ данных с производства с использованием цифровых двойников повышают требования к качеству продукта и его составляющих. Кроме того, поставщики материалов и комплектующих также будут должны внедрять у себя необходимые технические средства, что приведет к существенному изменению в отношениях с поставщиками [11]. Возрастут требования к компетенции работников в цехах, пропадет возможность основываться на опыте сотрудников, так как вся информация должна будет быть стандартизирована и формализована.

Процессы обслуживания и ремонта техники перейдут от плановой системы к предиктивной. Данные цифровых двойников предоставляют возможность заранее определять износ техники и потребность в замене частей. Это приведет к изменениям в отношениях с потребителем, контракты должны будут заключаться с учетом необходимости вывода техники из эксплуатации не по факту выхода из строя, а при необходимости обслуживания. Кроме того, потребители техники должны будут также интегрировать системы производителя, что увеличит требования к безопасности данных, а также усложнит процесс заключения договоров с учетом пунктов о неразглашении. На рисунке 4 изображена последовательность передачи в обслуживание без и с использованием предлагаемых инструментов в нотации UML.

Этапы процесса внедрения технологий агрегированных цифровых двойников при производстве машин арктического назначения

Рассмотренные инструменты не зависят друг от друга и могут быть внедрены самостоятельно. Точечные меры способны повысить качество отдельно взятых частей производства, будь то оптимизация цепи поставок или внедрение цифрового двойника для повышения надежности продукции. Однако для полноценного шага в сторону модернизации и оптимизации процессов необходимо комплексное внедрение рассмотренных инструментов.

Для комплексного внедрения рассмотренных инструментов требуется явно описать их взаимосвязь, область применения и границы ответственности.

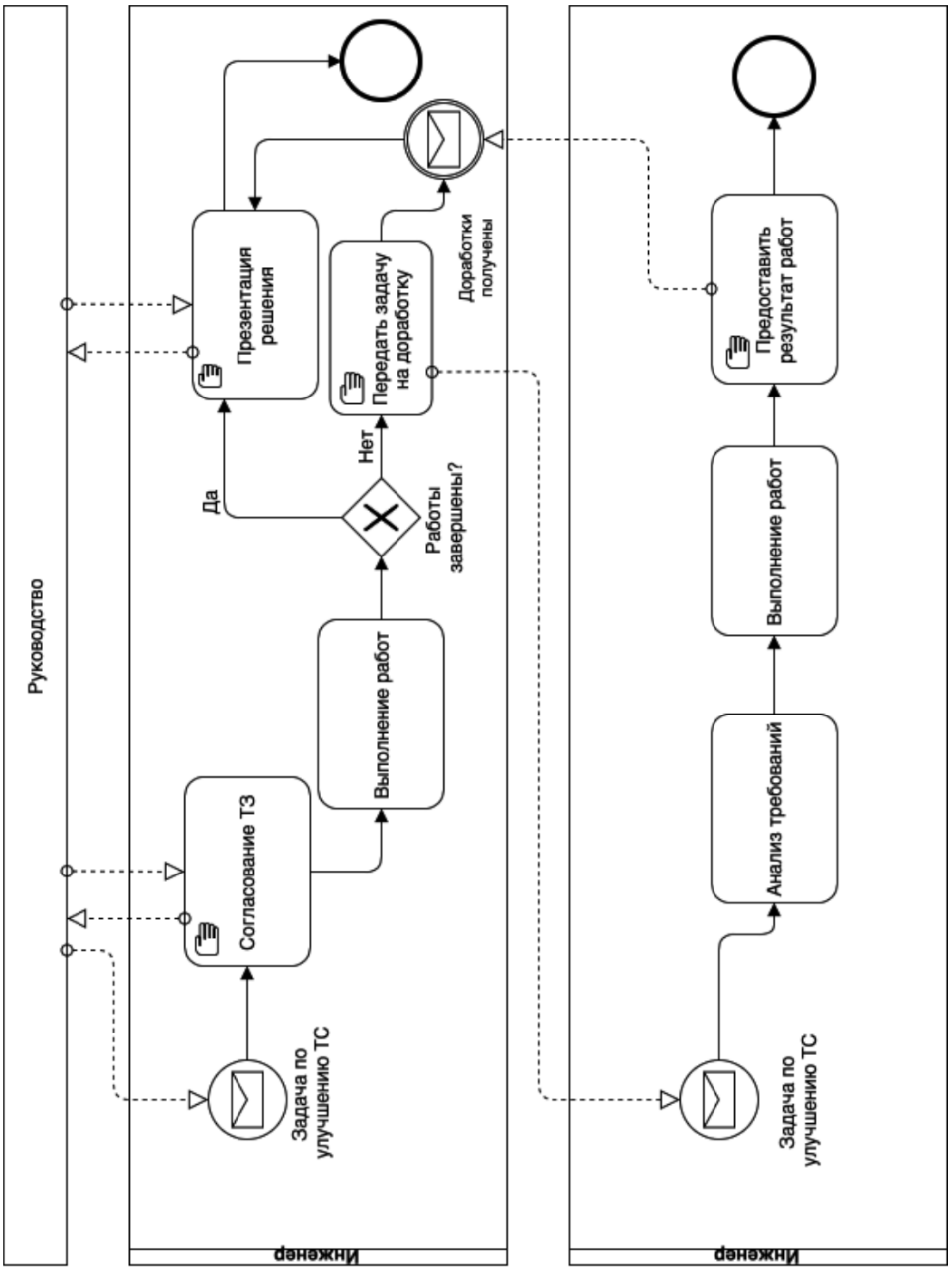


Рис. 2. Упрощенное представление процесса модернизации без использования предлагаемых инструментов в нотации BPMN

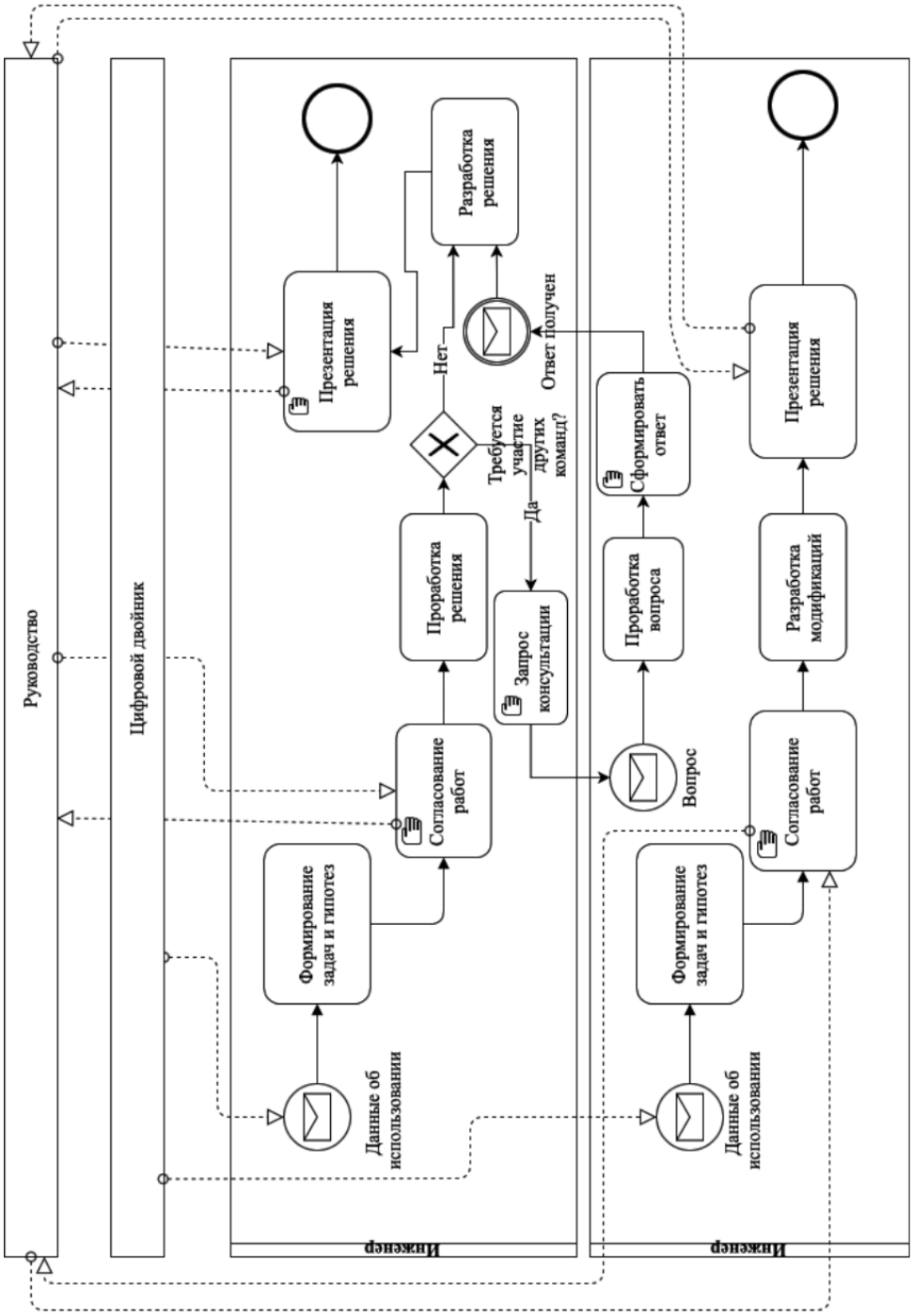


Рис. 3. Упрощенное представление процесса модернизации с использованием предлагаемых инструментов в нотации BPMN

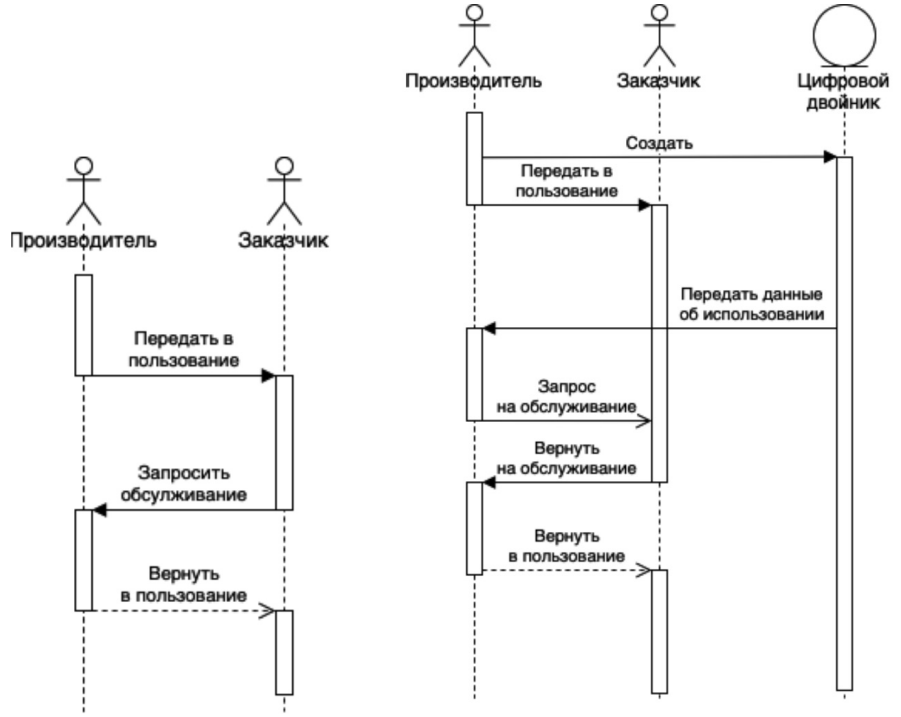


Рис. 4. Различия последовательности передачи на обслуживание в зависимости от использования предлагаемых инструментов в нотации UML

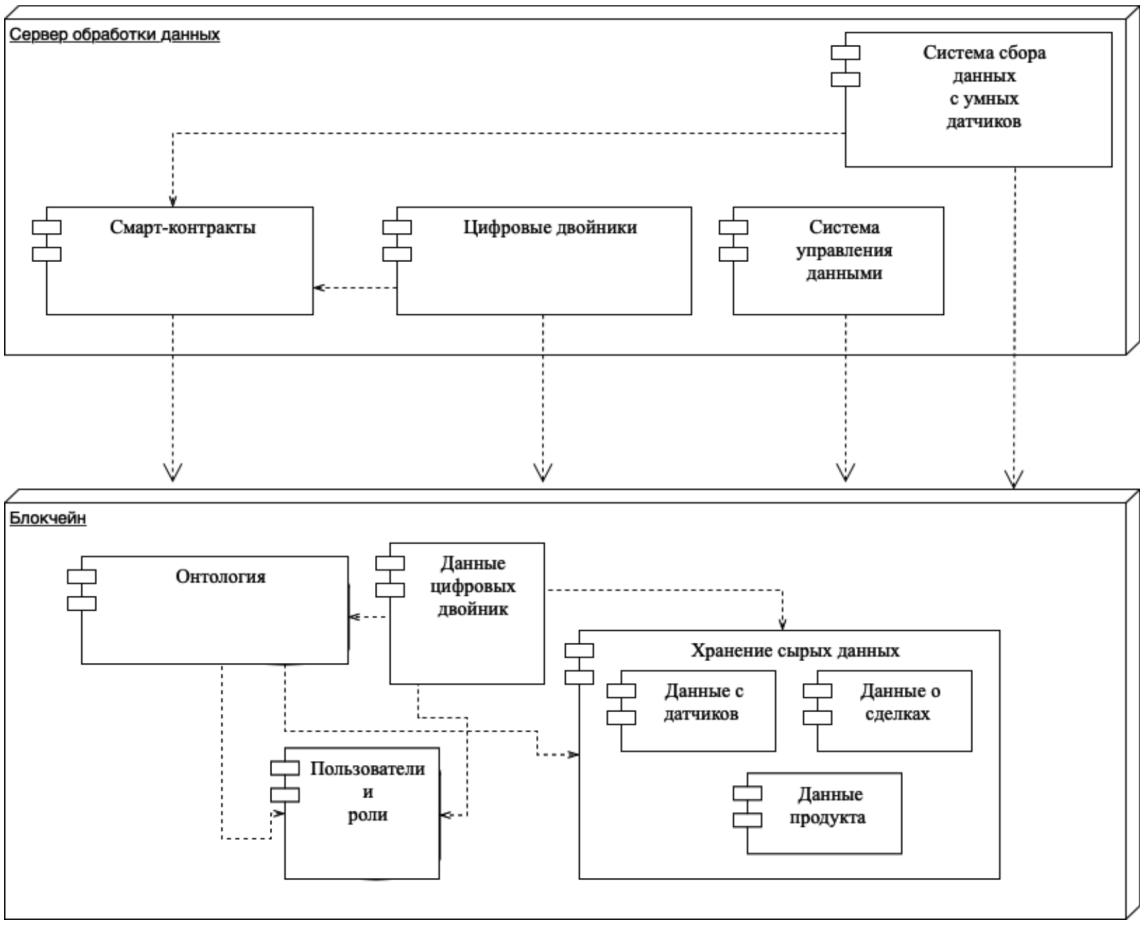


Рис. 5. Диаграмма развертывания в нотации UML разрабатываемой системы

На рис. 5 представлена упрощенная диаграмма развертывания в нотации UML рассматриваемых инструментов в рамках системы УЖЦ. Основой является система хранения данных на основе блокчейна. В нее записываются онтология, а также данные о пользователях и их ролях в системе. Кроме того, в блокчейн записываются сырые данные, полученные от цифровых двойников и в результате выполнения смарт-контрактов. Вся эта информация обрабатывается с помощью системы сбора и анализа данных, включающей в себя систему управления данными, систему сбора данных с умных датчиков, в которой развернуты цифровые двойники и смарт-контракты.

Предлагаемый методический подход к внедрению технологий агрегированных цифровых двойников в процессы производства машин арктического назначения реализуется в виде следующих основных этапов:

– внедрение блокчейн-онтологии (этап 1);

– внедрение смарт-контрактов (этап 2);

– внедрение цифровых двойников (этап 3).

На первом этапе необходимо сфокусироваться на внедрении блокчейн-онтологии, которая станет основой для последующей итерационной модернизации отдельных частей производства. Создание единой блокчейн-онтологии, к которой будут иметь доступ все участники производства – от инженеров до поставщиков, позволит упорядочить работу с данными, гарантировать их достоверность и надежность, позволит избежать утечек и потери информации. Это поможет сократить транзакционные издержки [12], обеспечивая единую систему данных, доступную всем участниками производства и актуализируемую ими. Верификация данных крайне важна при производстве арктических машин. Труднодоступность арктической зоны приводит к невозможности постоянного доступа к технике, находящейся в эксплуатации, что делает трудным оперативный доступ к ней. Достоверные данные могут помочь конструкторам принимать решения, связанные с ремонтом или доработками продукта, без доступа к самому транспорту, что позволит повысить качество обслуживания [13].

На втором этапе требуется улучшение цепи поставок с помощью внедрения смарт-контрактов. Система управления цепью поставок с использованием блокчейн-онтологии и смарт-контрактов является единой точкой входа и выхода для всех данных, связанных с доставкой товаров. Интеграция с блокчейн-онтологией позволяет получать доступ к полной информации обо всех деталях и продуктах, отслеживать полный путь товара и выстраивать прозрачные отношения со всеми участниками системы. Применение смарт-контрактов способствует уменьшению количества срывов сроков поставок [14], что критически важно при работе в арктическом регионе. Из-за труднодоступности мест дислокации машин даже минимальные задержки могут приводить к колоссальным убыткам. Возможность отслеживать путь товара повысит качество обслуживания и позволит проводить предиктивный анализ оборудования на основании данных о деталях, бывших в эксплуатации ранее.

Третьим этапом должно стать распространение моделей цифровых двойников, что позволит не только оценивать уже произошедшие в системе события, но и эффективно и достоверно моделировать поведение различных узлов с целью оптимизации процессов в будущем. Например, появится возможность заранее анализировать поведение машин в условиях арктического бездорожья. Дорожная сеть РФ в арктической зоне развита очень слабо. На территории 13,9 млн кв. км общая протяженность дорог составляет всего 200 тыс. км, из которых лишь 81 тыс. км – с твердым покрытием. Кроме того, арктическая техника должна минимально вредить грунту при пути по бездорожью. Это обусловливает возникновение специфических требований к подвеске. Предварительное моделирование ее поведения позволит снизить затраты на модернизацию и тестирование. Цифровые двойники увеличат качество получаемого продукта, сократят количество отказов, т.е. не только улучшат процессы внутри производства и экономические показатели, чего позволяли добиваться рассмотренные ранее инструменты, но и повлияют на конечного пользователя, сделав продукт более привлекательным для потребителей. Внедрение цифровых двойников увеличивает требования к безопасности и к производственным мощностям [15].

Использование цифровых двойников в совокупности с блокчейн-онтологией даст возможность обеспечить соответствие системы возросшим требованиям. Блокчейн-онтология позволит обезопасить данные, используемые цифровыми двойниками, обеспечить защиту от потерь и позволит не сомневаться в их достоверности. В случаях возникновения спорных ситуаций данные, хранящиеся в блокчейне, могут становиться вещественными аргументами одной из сторон. Децентрализация цифровых двойников даст возможность более эффективно моделировать процессы и оптимизировать использование вычислительных мощностей. Блокчейн улучшит систему

доступов к цифровым двойникам, что обеспечит возможность предоставлять данные сторонам, не участвующим в производстве, без каких-либо рисков.

Заключение

Предложенная схема и этапы являются примером подхода к внедрению блокчейн-онтологий, смарт-контрактов и цифровых двойников в машиностроительное производство. Данная схема не ограничивает применение рассмотренных инструментов, однако может быть основой для их последующей интеграции с учетом специфик конкретного производства. Использование данных инструментов требует не только технического развития производства и продукции, но и комплексных процессных изменений УЖЦ в рамках цифровой трансформации. Кроме того, необходимо развивать и компетенции сотрудников, участвующих на каждом из этапов ЖЦ продукции. Комплексное внедрение инструментов позволит модернизировать большинство этапов ЖЦ и непосредственно сам продукт. Использование блокчейн-онтологии и смарт-контрактов даст возможность обеспечить полноту информации для цифровых двойников, так как для их разработки и анализа результатов необходимо обеспечить надежность и достоверность данных. Для МТВСН, эксплуатируемой в арктических условиях, критически важна ее надежность, на которую положительно влияют развитие этапов производства и проектирования благодаря использованию рассмотренных инструментов, и внедрение предиктивного обслуживания. Использование цифровых двойников при проектировании, производстве и эксплуатации МТВСН в арктических условиях обеспечит ее качественное улучшение и существенное снижение затрат. Внедрение цифровых двойников процессов УЖЦ также качественно улучшит выпускаемую продукцию и создаст базу для последующего внедрения моделей машинного обучения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56136-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016. 16 с.

2. Бортников Н.С., Лобанов К.В., Волков А.В., Галямов А.Л. Арктические ресурсы цветных и благородных металлов в глобальной перспективе // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1 (17). С. 38–46.

3. Дроговоз П.А. Концептуальное проектирование системы стратегического управления процессами военно-гражданской интеграции в высокотехнологичных отраслях машиностроения // Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия: Машиностроение. 2011. № S4. С. 5–19.

4. Дроговоз П.А., Пушкарева П.П. Особенности использования метода оценки уровня готовности технологий в наукоемких отраслях: зарубежный и отечественный опыт // Экономика и предпринимательство. 2019. № 5 (106). С. 1066–1070.

5. Boschert S., Rosen R. Digital twin—the simulation aspect. Mechatronic futures. Springer, Cham, 2016. P. 59–74.

6. Glaessgen E., Stargel D. The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles. 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC structures, structural dynamics and materials conference 20th AIAA/ASME/AHS adaptive structures conference 14th AIAA. 2012. P. 1818.

7. Соловьев С. Цифровые двойники в промышленности: сегодня и завтра [Электронный ресурс]. URL: http://www.iksmedia.ru/articles/5585041-Czifrovye-dvojniki-v-promyshlennost.html (дата обращения: 18.08.2021).

8. Kim H.M., Laskowski M. Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management. 2018. Vol. 25. № 1. P. 18–27.

9. Некрасов А.М., Некрасова М.А. Повышение роли профессионального обучения и повышения квалификации без отрыва от работы // Экономика и предпринимательство. 2021. № 4. С. 675–677.

10. Горбачёв А.С., Дроговоз П.А. Прогнозирование как инструмент опережающего развития технологических компетенций в промышленности // Креативная экономика. 2020. Т. 14. № 12. DOI: 10.18334/ce.14.12.111455.

11. Vashlaev A.D., Kalinina O.A. Specifics of introducing PDM-systems in the space industry enterprises and new possibilities for the personnel evaluation, in XLIV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings 2318, 070014. 2021. DOI: 10.1063/5.0035784.

12. Van Der Maaten L., Postma E., Van den Herik J. Dimensionality reduction: a comparative. J. Mach Learn Res. 2009. Vol. 10. № 66–71. P. 13.

13. Гарина И.О. Методический подход к разработке блокчейн-структуры цифрового двойника изделия в машиностроении // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11–1. С. 15–20.

14. Катровский Ю.А., Полуянов М.Г. Создание единого логистического оператора для сектора B2C // Бизнес-образование в экономике знаний. 2018. № 1 (9). С. 42–44.

15. Гарина И.О. Технико-экономические аспекты разработки и внедрения специализированной онтологии для управления жизненным циклом продукции в машиностроительной отрасли // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10. № 3. DOI: 10.18334/vinec.10.3.110602.

УДК 004.912

АНАЛИЗ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А.

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

Статья является логическим продолжением предыдущей статьи «Оценка семантической близости критериев оценивания в рабочих программах вуза». В данном случае более детально описаны разработанное приложение и загрузка исходных данных. Выполнено большее количество вычислений на трех разных учебных потоках. В итоге было разобрано 9 рабочих программ дисциплин. Все расчеты проведены с учетом рекомендаций, сделанных в первой статье, поэтому анализ рабочих программ дисциплин на семантическую близость критериев оценивания проведен с помощью двух метрик: косинусной меры и евклидова расстояния. Проведено перефразирование критериев оценивания с недостаточной семантической близостью. Это позволило улучшить показатель аппроксимации результатов расчета метрик, т.е. повысить семантическую близость фраз, для которых она имеет низкое значение. Повышение значения происходит без потери смысловой значимости. Таким образом, результаты расчета можно использовать в практических целях, например при создании автоматизированного помощника преподавателя, когда написанное будет проверяться системой на семантическую близость, т.е. будет установлен некий порог для фраз. Это позволит отбрасывать те фразы, которые не соответствуют порогу, регулировать процесс создания описаний критериев оценивания.

Ключевые слова: рабочие программы, векторное представление, евклидово расстояние, косинусная мера, аппроксимация полиномом

ANALYSIS OF THE SEMANTIC SIMILARITY OF THE ASSESSMENT CRITERIA IN THE EDUCATIONAL PROGRAMS OF THE DISCIPLINES

Giniyatullin V.M., Ermolaev E.V., Salikhova M.A., Khlybov A.V., Churilov D.A., Churilova E.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Edication «Ufa State Petroleum Technological University» (USPTU), Ufa, e-mail: fentazer@mail.ru

The article is a logical continuation of the previous article «Evaluation of the semantic similarity between assessment criteria in the educational programs of the university». In this case, the developed application and the loading of the initial data are described in more detail. More calculations were performed on three different streams of students. As a result, nine educational programs of disciplines were analyzed. All calculations were carried out taking in accordance with the recommendations made in the first article, therefore, the analysis of the educational programs of the disciplines for the semantic similarity of the assessment criteria was carried out using two metrics: a cosine measure and a Euclidean distance. The rephrasing of the assessment criteria with insufficient semantic similarity was carried out. This made it possible to improve the indicator of approximation of the results of calculating metrics, i.e. increase the semantic similarity of phrases for which it has a low value. The increasing value occurs without loss of the meaningfulness. Thus, the calculation results can be used for practical purposes, for example, when creating an automated teacher's assistant, when what is written will be checked by the system for semantic similarity, i.e. a certain threshold for phrases will be set. This will allow you to discard those phrases that do not match the threshold, regulate the process of creating descriptions of assessment criteria.

Keywords: educational programs, vector representation, Euclidean distance, cosine measure, polynomial approximation

Рабочая программа дисциплины – это нормативный документ, входящий в состав основной образовательной программы высшего профессионального образования по соответствующему направлению подготовки и профилю [1].

Целями разработки рабочих программ дисциплин являются определение места дисциплины в системе подготовки бакалавра (магистра), раскрытие содержания учебного материала, организации и технологии обучения, способов проверки результатов обучения, учебно-методического и материально-технического обеспечения учебного процесса.

При разработке рабочих программ необходимо учитывать и соблюдать требования, описанные в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования [2]. Существенной сложностью при разработке рабочих программ является самостоятельное составление критериев

оценивания выполняемых работ. Критерии оценивания должны быть составлены таким образом, чтобы не возникало их двусмысленного толкования [3, 4].

В работе рассмотрены 9 рабочих программ, из них выделены критерии оценивания, были произведены анализ критериев и оценка семантической близости между ними. Для оценки семантической близости существует ряд метрик, которые делятся на группы по учитываемым параметрам, таким как:

– частота символов или слов (коэффициент Танимото, мера Дайса, коэффициент Симпсона) [5, 6];

– редакционное расстояние (расстояние Левенштейна, расстояние Джаро) [7, 8];

– семантическая близость слов (косинусная мера, скалярное произведение, евклидово расстояние, манхэттенское расстояние, расстояние Минковского) [9–10].

В статье [11] был сделан вывод, что для анализа семантической близости достаточно использовать метрики, основанные на нахождении косинусной меры и евклидова расстояния.

Косинусная мера предполагает представление частот встречаемости терминов в двух текстах в виде векторов и определение степени смысловой близости этих текстов на основе вычисления косинуса угла, который образуют два вектора, увеличение значения косинуса указывает на большую степень близости между документами. Косинусная мера изменяется от 0 до 1 вычисляется по формуле:

$$\mathrm{sim}(t1,t2) = \frac{\sum f_{t\in t1} \times \sum f_{t\in t2}}{\sqrt{\sum f_{t\in t1}^2} \times \sqrt{\sum f_{t\in t2}^2}}, \quad (1)$$

где sim – мера смысловой близости текстов t1 и t2;

f – частотность некоторого i-го термина.

Евклидово расстояние трактуется как расстояние между точками в многомерном пространстве, для похожих документов оно будет стремиться к нулю. Евклидово расстояние изменяется от 0 до ∞ и рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{simEvklid}(t1,t2) =$$

$$= \sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n} ((tf - idf_{di}) - (tf - idf_{qi}))^2}, \quad (2)$$

где *n*Equation.DSMT4 – число терминов;

i – переменная-счетчик;

tf – частота термина в тексте;

idf – обратная документная частота.

Методы и средства исследования

Для нахождения косинусной меры и евклидова расстояния в облачном сервисе Google Colab [12] было разработано приложение с использованием библиотеки TensorFlow и языковой модели ELMo. Библиотека TensorFlow реализует концепцию глубокого обучения [13]. Языковая модель ELMo – Embedding Language Model (ELMo) – генерирует контекстно-зависимые эмбеддинги [14]. Эмбеддинг – векторное представление смысла предложения [15].

Загрузка исходных данных и расчет семантического расстояния

В качестве исходных данных были взяты 9 рабочих программ Уфимского государственного нефтяного технического университета.

1. Профиль подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»

1.1. Дисциплина «Автоматизированный электропривод».

1.2. Дисциплина «Иностранный язык».

1.3. Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика».

2. Профиль подготовки «Бурение нефтяных и газовых скважин»

2.1. Дисциплина «Математика».

2.2. Дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная компьютерная графика».

2.3. Дисциплина «Термодинамика и теплопередача».

3. Профиль подготовки «Машины и аппараты химических производств»

3.1. Дисциплина «Иностранный язык».

3.2. Дисциплина «Математика».

3.3. Дисциплина «Монтаж и ремонт оборудования нефтехимических производств».

В фондах оценочных средств имеется от 3 до 9 средств оценивания, к которым относятся: доклад, сообщение, компьютерное тестирование, контрольная работа, лабораторная работа, письменный и устный опрос, разноуровневые задачи и задания, расчетно-графическая работа, собеседование, устный опрос. Критерии оценивания лабораторных работ, письменных и устных опросов, расчетно-графических работ для дисциплины «Термодинамика и теплопередача» по профилю подготовки «Бурение нефтяных и газовых скважин» представлены в табл. 1.

Исходные данные для каждой рабочей программы объединятся в группы (corpus), в каждом corpus первой строкой вводятся критерии для оценки «5», второй для оценки «4», третьей для оценки «3», четвертой для оценки «2», пример на рис. 1.

Таблица 1

Критерии оценивания по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

Оценка	Критерий
1. Лабораторная работа	
5	Работа выполнена самостоятельно по методическим указаниям, расчеты приведены в полном объеме и без ошибок, сделаны полные выводы, отчет оформлен в соответствии с требованиями, при защите даны развернутые и полные ответы на все вопросы
4	Работа выполнена с помощью указаний преподавателя, в расчетах допущены незначительные ошибки, выводы по работе неполные, отчет о лабораторной работе оформлен не в полном соответствии с требованиями, ответы на вопросы неполные
3	Работа выполнена с помощью подробных указаний преподавателя, в расчетах допущены существенные ошибки, выводы по работе неполные, отчет о лабораторной работе оформлен без учета требований, ответы на вопросы частично неправильные
2	Участие в выполнении лабораторной работы не принималось, в расчетах допущены грубые ошибки, выводы по работе отсутствуют, отчет о лабораторной работе оформлен неаккуратно и без учета требований, ответы на вопросы неправильные или отсутствуют
2. Письменный и устный опрос	
5	Знает основные термодинамические закономерности, методы и модели, взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, методы моделирования, применяемые в тепловых, механических и химических процессах, дает развернутые и полные ответы на все вопросы
4	Знает основные термодинамические закономерности, методы и модели, взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, методы моделирования, применяемые в тепловых, механических и химических процессах, дает ответы на все вопросы, но ответы неполные
3	Имеет общие представления об основных термодинамических закономерностях, методах и моделях, взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, методах моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах, дает ответы не на все вопросы, ответы на вопросы частично неправильные
2	Не знает основных термодинамических закономерностей, методов и моделей, взаимосвязей между тепловыми и механическими процессами, методов моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах, ответы на вопросы неправильные или отсутствуют
3. Расчетно-графическая работа	
5	Задание выполнено полностью правильно, в отчете приведены необходимые теоретические сведения, ответ полный
4	Задание выполнено с небольшими неточностями, к отчету имеются замечания, теоретические сведения приведены не в полном объеме
3	Задание выполнено с ошибками, отчет неполный, теоретические сведения приведены в минимальном объеме
2	Задание выполнено неверно, отчет неполный, теоретические сведения не приведены либо задание отсутствует

```
# лабораторная работа
corpus1 = ["работа выполнена самостоятельно по методическим указаниям,  расчеты приведены в полном объеме и без ошибок,
           "работа выполнена с помощью указаний преподавателя, в расчетах допущены  незначительные ошибки, выводы по раб
           "работа выполнена с помощью подробных указаний преподавателя, в расчетах допущены  существенные ошибки, выводы
           "участие в выполнении лабораторной работе не принималось, в расчетах допущены грубые ошибки, выводы по работе

# письменный и устный опрос
corpus2 = ["знает основные термодинамические закономерности, методы и модели, взаимосвязи между тепловыми и механическим
           "знает основные термодинамические закономерности, методы и модели, взаимосвязи между тепловыми и механическим
           "имеет общие представления об основных термодинамических закономерностях, методах и моделях, взаимосвязи между
           "не знает основные термодинамические закономерности, методы и модели, взаимосвязи между тепловыми и механичес

# расчетно-графическая работа
corpus3 = ["задание выполнено полностью правильно, в отчете приведены необходимые теоретические сведения, ответ полный",
           "задание выполнено с небольшими неточностями, к отчету имеются замечания, теоретические сведения приведены не
           "задание выполнено с ошибками, отчет неполный, теоретические сведения приведены в минимальном объеме",
           "задание выполнено неверно, отчет неполный, теоретические сведения не приведены, либо задание отсутствует"]
```

Рис. 1. Группы критериев оценивания по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

Результаты расчетов представлены в виде матриц попарного сравнения, столбцы матрицы – это расстояния между оценками «5», «4», «3» и «2» в соответствующем порядке, т.е. только первая строка таблицы (рис. 2).

После нахождения косинусной меры и евклидова расстояния полученные результаты были перенесены в электронные таблицы и проведена их аппроксимация вторым порядком с выводом коэффициентов полинома и среднеквадратичного отклонения. Результаты аппроксимации евклидова расстояния приведены на рис. 3.

Результаты достоверности аппроксимации были сведены в табл. 2, из которой следует, что значения достоверности для письменного и устного опроса значительно меньше остальных.

Перефразированные тексты критериев для письменного и устного опроса представлены в табл. 3, собственно перефразирования в тексте отмечены полужирным начертанием.

```
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

similarity matrix1 =
[[1.         0.83439857 0.8071171  0.76082104]
 [0.83439857 1.         0.9632591  0.92036766]
 [0.8071171  0.9632591  1.0000002  0.93534327]
 [0.76082104 0.92036766 0.93534327 1.0000001 ]]
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

similarity matrix2 =
[[1.0000001  0.96713156 0.9273063  0.9422543 ]
 [0.96713156 0.99999994 0.9336955  0.95223874]
 [0.9273063  0.9336955  1.0000001  0.9243821 ]
 [0.9422543  0.95223874 0.9243821  1.0000005 ]]
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

similarity matrix3 =
[[0.99999994 0.79298    0.8138788  0.75847745]
 [0.79298    0.99999994 0.91006327 0.7541923 ]
 [0.8138788  0.91006327 1.         0.8010183 ]
 [0.75847745 0.7541923  0.8010183  1.0000002 ]]
```

Рис. 2. Результаты расчета косинусной меры

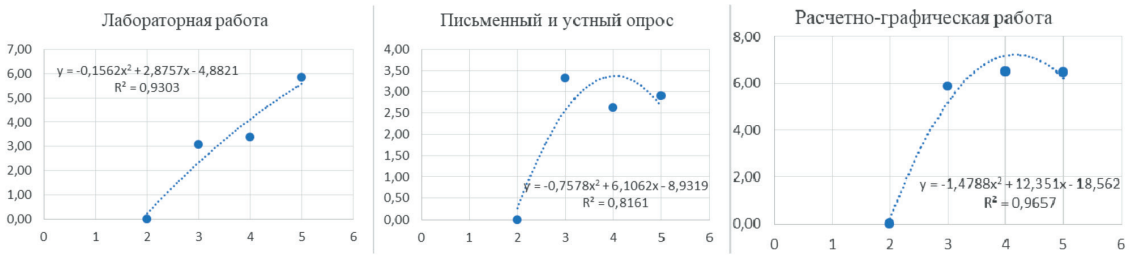


Рис. 3. Аппроксимации евклидова расстояния

Таблица 2

Результаты достоверности аппроксимаций

Средство оценивания	Методы анализа семантической близости	
	Косинусная мера	Евклидово расстояние
Лабораторная работа	0,9391	0,9303
Письменный и устный опрос	0,6812	0,8161
Расчетно-графическая работа	0,9874	0,9657

Таблица 3

Перефразированный текст исходных данных для письменного и устного опроса

Оценка	Критерий
Письменный и устный опрос	
5	**Отвечает на поставленные вопросы** основной термодинамической закономерности, **приводит примеры** взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, **может ответить на дополнительные вопросы** о методах моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах
4	**Отвечает на поставленные вопросы** основной термодинамической закономерности, **приводит примеры** взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, **не может ответить на дополнительные вопросы** о методах моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах
3	**Отвечает на поставленные вопросы** основной термодинамической закономерности, **не приводит примеры** взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, **не может ответить на дополнительные вопросы** о методах моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах
2	**Не отвечает на поставленные вопросы** основной термодинамической закономерности, **не приводит примеры** взаимосвязи между тепловыми и механическими процессами, **не может ответить на дополнительные вопросы** о методах моделирования, применяемых в тепловых, механических и химических процессах

В результате достоверность аппроксимации превысила значение 0,99 (рис. 4).

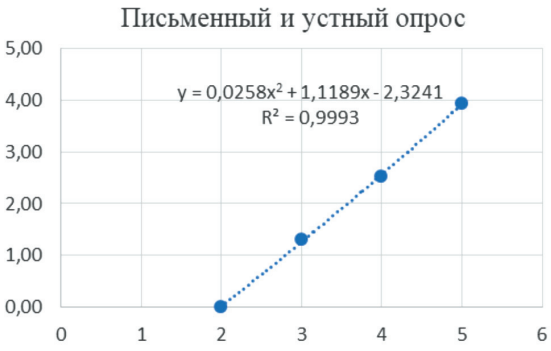


Рис. 4. Аппроксимация евклидова расстояния после перефразировки

Заключение

С помощью анализа семантической близости методами косинусной меры и евклидова расстояния было выявлено, что в некоторых программах рабочих дисциплин критерии оценивания недостаточно семантически близки. Также в ходе работы установлено, что можно повысить семантическую близость с помощью перефразирования имеющихся критериев оценивания без потери смысловой значимости.

Список литературы

1. Приказ Министерства образования и науки РФ 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]. URL: http://base.garant.ru/71721568/ (дата обращения: 24.07.2021).

2. Положение об основных профессиональных образовательных программах высшего образования – программах бакалавриата, программах специалитета, программах магистратуры, реализуемых федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ), утв. Приказом по УГНТУ от 04.09.2017 № 570-4. [Электронный реурс]. URL: http://rusoil.net/files/2019-06/Polozhenie-ob-OPOP.pdf (дата обращения: 24.07.2021).

3. Еремицкая И.А. Разработка рабочих программ дисциплин (модулей), программ практик, государственной итоговой аттестации в условиях реализации ФГОС ВО // Педагогическая наука и образование в диалоге со временем. Астрахань: Изд-во ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 2020. С. 25-31.

4. Самодурова Т.В. Построение рабочих учебных программ дисциплин в соответствии с требованиями ФГОС ВПО // Педагогические условия реализации ФГОС общего и профессионального образования. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПГУ, 2014. С. 105–110.

5. Никитенко А. Векторное представление слов. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://craftappmobile.com/vector-representation-of-words/ (дата обращения: 24.07.2021).

6. Исаков С. Векторные представления слов: все дело в контексте. 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/word2vec-vektornye-predstavlenija-slov-dlja-mashinnogo-obuchenija/ (дата обращения: 24.07.2021).

7. Шумская А.О. Оценка эффективности метрик расстояния Евклида и расстояния Махаланобиса в задачах идентификации происхождения текста // Доклады томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск: Изд-во ТГУСУиР, 2013. С. 141–145.

8. Хачумов М.В. Расстояния, метрики и кластерный анализ // Искусственный интеллект и принятие решений. М.: Изд-во Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, 2012. С. 81–89.

9. Белова К.М., Судаков В.А. Исследование эффективности методов оценки релевантности текстов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. М.: Изд-во Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2020. С. 1–16.

10. Яцко В.А. Особенности вычисления косинусной меры смысловой близости документов // Актуальные вопросы теории и практики развития научных исследований. Уфа: Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2020. С. 69–75.

11. Гиниятуллин В.М., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. Оценка семантической близости между критериями оценивания в рабочих программах вуза // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 1. С. 12–19.

12. Сахнюк П.А. Возможности Google Colab для изучения технологий машинного обучения и нейронных сетей // Информатизация непрерывного образования. М.: Изд-во Российский университет дружбы народов (РУДН), 2018. С. 586–588.

13. Семченко Р.В., Еровлев П.А. Программирование нейронных сетей в Python с использованием библиотек Keras и TensorFlow // Постулат. Биробиджан: Изд-во Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, 2020. № 7. С. 26–31.

14. Боровков Н.А., Фураев Ф.И. Использование языковой модели ELMO для задачи аспектно-ориентированного анализа тональности // Научная сессия ГУАП. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2019. С. 301–305.

15. Обзор четырех популярных NLP-моделей. [Электронный ресурс]. URL: https://proglib.io/p/obzor-chetyreh-populyarnyh-nlp-modeley-2020-04-21 (дата обращения: 24.07.2021).

УДК 004.946

АССОЦИАТИВНЫЙ СЛОЙ ВИРТУАЛЬНОГО АДАПТАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Дюпин В.Н.

Саровский физико-технический институт, филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Саров, e-mail: rehcraeser@mail.ru

В статье рассматривается технология построения ассоциативного слоя для систем виртуального адаптационного пространства. Системы виртуального адаптационного пространства позволяют погрузить объекты окружающего мира в виртуальное пространство для последующего взаимодействия субъектов виртуальной реальности с виртуальным пространством через каналы восприятия субъекта. Отличительная особенность виртуального адаптационного пространства заключается в балансировке нагрузки на каналы восприятия субъекта, что позволяет создавать тифлотехнические приборы для людей с нарушением каналов восприятия. Метод построения ассоциативного слоя построен на базе метода классификации объектов виртуального адаптационного пространства, использующий эффект оптического параллакса и метод экструзии объектов. Метод построения объекта виртуальной реальности заключается в выделении пары изображений окружающего пространства, разбиении изображения на фрагменты по ширине и по высоте и последующей экструзии фрагментов двумерного изображения, считанного с мультимедийных датчиков. Для повышения качества выделения используется метод подавления шумов на границе объектов, выполняется трансформация цветового пространства из формата RGB в формат YCbCr, основанного на градации яркости цвета. Ассоциативный слой виртуального адаптационного пространства базируется на картах ассоциаций, строящихся по полярной карте наблюдаемого объекта. Полярная карта наблюдаемого объекта делится на сектора, и для каждого из секторов вычисляется среднее расстояние относительно наблюдаемого объекта. По полученной информации строится гистограмма распределения пространственных характеристик, являющихся ассоциативными признаками объекта. Из полученной гистограммы извлекаются статистические характеристики (в частности, величина среднеквадратического отклонения). Известно, что при изменении точки наблюдения гистограмма ассоциативных признаков может меняться, но совокупная ассоциативная характеристика изменяется незначительно.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, виртуальное адаптационное пространство, компьютерное зрение, классификация объектов, тифлотехнические средства

ASSOCIATIVE LAYER OF VIRTUAL ADAPTATION SPACE

Dyupin V.N.

Sarov Institute of Physics and Technology, Branch of the National Research Nuclear University MEPhI, Sarov, e-mail: rehcraeser@mail.ru

The article discusses the technology of building an associative layer for systems of virtual adaptation space. Systems of virtual adaptation space allow immersing objects of the surrounding world into virtual space for the subsequent interaction of virtual reality subjects with virtual space through the channels of the subject's perception. A distinctive feature of the virtual adaptation space lies in balancing the load on the channels of perception of the subject, which makes it possible to create typhlotechnical devices for people with impaired perception channels. The method for constructing an associative layer is based on the method of classifying objects of the virtual adaptation space, using the effect of optical parallax and the method of extrusion of objects. The method of constructing a virtual reality object is to select a pair of images of the surrounding space, divide the image into fragments in width and height, and then extrude fragments of a two-dimensional image read from multimedia sensors. To improve the quality of the selection, the method of suppression of noise at the border of objects is used, the transformation of the color space from the RGB format to the YCbCr format is performed, based on the gradation of the color brightness. The associative layer of the virtual adaptation space is based on association maps built on the polar map of the observed object. The polar map of the observed object is divided into sectors and for each of the sectors the average distance relative to the observed object is calculated. Based on the information received, a histogram of the distribution of spatial characteristics, which are associative features of the object, is constructed. Statistical characteristics are extracted from the resulting histogram (in particular, the value of the standard deviation). It is known that when the observation point changes, the histogram of associative features may change, but the total associative characteristic changes insignificantly.

Keywords: virtual reality, augmented reality, virtual adaptation space, computer vision, classification of objects, typhlotechnical means

В настоящее время в научном сообществе возрастает интерес к автоматизации когнитивной деятельности человека и созданию нейроморфных систем (систем, функционирующих по принципам человеческого мозга). Для создания подобных систем была предложена новая архитектура вычислительных средств, основанная на создании нейроморфных процессоров, а также разработана федеральная научно-техническая программа развития нейроморфных систем «Мозг: здоровье, интеллект, инновации». Академики РАН предложили 2 пути развития нейроморфных систем: «большой интеллект», позволяющий моделировать когнитивную деятельность человеческого мозга, и направ-

ление машинного обучения для создания малых автономных самообучающихся систем. Основными проблемами на пути развития нейроморфных систем стали:

– энергоэкономичность;

– масштабируемость;

– и взаимодействие с асинхронной динамической средой [1].

Особый интерес в развитии нейроморфных систем занимает проблема создания гибридных систем, которые получаются синтезом малых самообучающихся систем. При проектировании нейроморфных систем инженеры могут прибегать к операции делегирования части функций нейроморфных процессоров естественным нейронным процессорам (центральной нервной системе) биологических объектов с целью снижения затрат на развитие гибридных систем. В частности, для решения оптимизационных задач балансировки нагрузки, не требующих интенсивной нагрузки на вычислительную систему, функциональное ядро гибридных систем способно передать часть задач обработки данных естественным нейронным объектам, которые выполнят обработку данных за счет своих ресурсов и стратегий энергоэкономичности и масштабируемости. Полученные результаты вычислений будут переданы нейроморфным системам для последующей обработки. В таком понимании основная нагрузка гибридной системы ложится на организацию взаимодействия с асинхронной динамической средой. Со стороны естественных нейронных систем такое взаимодействие осуществляется через каналы восприятия биологических объектов, а повышенная энергоэкономичность достигается правильной стратегией балансировки нагрузки на каналы восприятия.

Задача балансировки вычислительной нагрузки может быть реализована системами виртуального адаптационного пространства. Под виртуальным адаптационным пространством (ВАП) следует понимать систему воспринимаемой смешанной реальности, созданной путем введения в каналы восприятия субъекта виртуальной реальности сенсорных данных для компенсации поврежденных каналов восприятия [2].

Мозг биологического объекта можно рассматривать как нейронный процессор, обрабатывающий сигналы, которые поступают с рецепторов каналов восприятия, и формирующий картину окружающего мира [3]. Следует отметить, что мозг биологического объекта не проверяет достоверность восприятия приходящего сигнала, что позволяет имитировать сигналы рецепторов и формировать виртуальное восприятие объектов, которое накладывается на существующую реальность. Такой феномен используется в кибернетических устройствах. Например, кибернетический глаз Argus II создает гальванический разряд на поверхности сетчатки глаза субъекта виртуальной реальности, который индуцирует импульс на поверхности сетчатки глаза и формирует оптическое восприятие светового пятна [4]. Альтернативным подходом реализации кибернетического зрения является технология создания виртуального адаптационного пространства, позволяющего создать виртуальное пространство, в которое погружены цифровые копии объектов окружающего мира, взаимодействие с которыми осуществляет субъект ВАП через каналы восприятия [5].

Известно, что мозг биологического объекта строит картину окружающего мира по совокупному восприятию информации, считанной с каналов восприятия биологического объекта. Причем в процессе распознания окружающих объектов мозг биологических объектов пытается выделить характерные признаки окружающих объектов, по которым мозг может быстро выделить контуры объектов и отделить одни объекты от других [6]. Таким образом, вычислительные системы способны имитировать когнитивную деятельность мозга биологических объектов по распознанию образов объектов путем построения и анализа ассоциативной карты характерных признаков объектов.

В статье представлен пример погружения суперпозиции объектов физического пространства в виртуальное адаптационное пространство и метод классификации объектов пространства по их ассоциативным признакам.

Цель исследования заключается в развитии метода классификации объектов виртуального адаптационного пространства путем интеграции карты ассоциаций объектов.

Задачи исследования:

– построение виртуального адаптационного пространства и выделение объектов виртуального пространства;

– построение карты ассоциаций объектов виртуального адаптационного пространства;

– классификация объектов виртуального адаптационного пространства с учетом карты ассоциаций объектов.

Материалы и методы исследования

На начальном этапе датчики виртуального адаптационного пространства собирают информацию об объектах, расположенных вокруг субъекта виртуального пространства. С помощью мультимедийных

датчиков система виртуального адаптационного пространства извлекает фотоснимки окружающей местности для построения топологии виртуального пространства.

На рис. 1 представлены фотоматериалы фрагмента сельской инфраструктуры, собранные со стереопары, которая входит в состав мультимедийных датчиков системы виртуального адаптационного пространства. Стереопара состоит из пары видеокамер, которая используется для получения серии синхронных фотоснимков наблюдаемого объекта с разных точек наблюдения.

В табл. 1 приведен список объектов сцены, погружаемых в виртуальное адаптационное пространство.

Таблица 1

Описание объектов сцены

№	Объект	Положение
1	Дерево	Центр сцены
2	Кустарники	Левый край сцены
3	Стена теплицы	Левый край сцены
4	Забор	Правый край сцены
5	Листва	Верхний и нижний края сцены
6	Травяной покров	Нижний край сцены

Согласно методу классификации объектов ВАП [5] для погружения объектов в виртуальное пространство производится предварительная обработка изображений. В ходе предварительной обработки изображение рассматривается как двумерный массив пикселей в цветовом пространстве RGB и описывается картежом из 3 элементов (r, g, b), где r, g, b – хранят значения интенсивности красного, зеленого и синего компонента цвета пикселя изображения. В цифровых устройствах под каждый из компонентов цвета выделяют 1 байт, соответственно, значения r, g, b варьируются от 0 до 255. Предварительная обработка изображения заключается в преобразовании цветового пространства RGB в цветовое пространство YCbCr, состоящее из трех компонент [7]:

– Y – интенсивность цвета пикселя;

– Cb – светимость синего цвета пикселя;

– Cr – светимость красного цвета пикселя.

Для построения виртуального адаптационного пространства используется обобщенная информация о цвете пикселей информации, получающаяся проекцией цветового пространства YCbCr на ось Y для формирования матрицы полутонов исходного изображения (grayscaled). Компонента Y вычисляется по формуле от трех аргументов $f(R, G, B)$.

$$Y = f(R, G, B) = 0.299R + 0.587G + 0.114B. \quad (1)$$

Согласно методу классификации объектов виртуального адаптационного пространства цветовая палитра преобразованного изображения равномерно разбивается по интервалам $[Y_i, Y_{i+1}]$.

$$Y_i = \frac{i * Y_{\max}}{N_b}, i \in \overline{0, N_b}, \quad (2)$$

где $Y_{\max}$ – максимальное значение интенсивности пикселей матрицы полутонов изображения, N_b – константа, хранящая общее количество интервалов.

Рис. 1. Фотоснимки левой и правой части сцены объектов

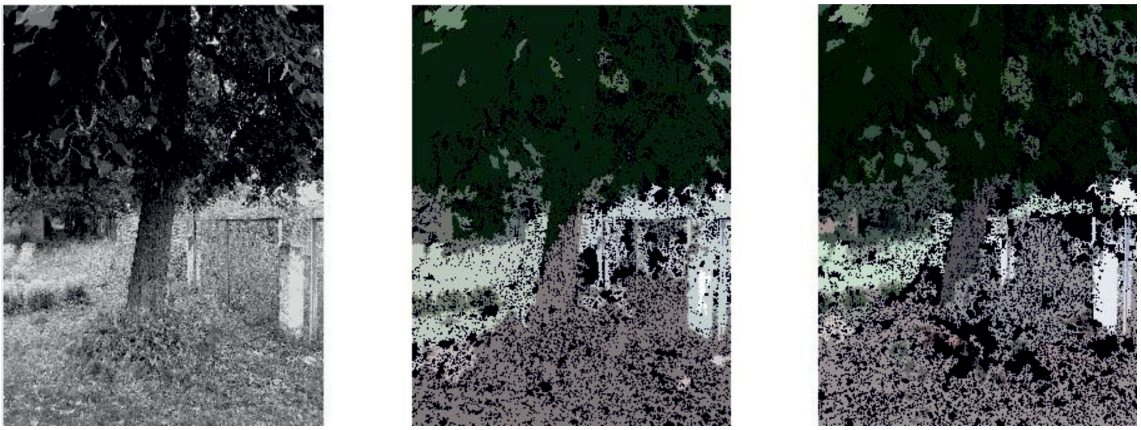


Рис. 2. Преобразование исходного изображения (слева – результат фильтра grayscaled, в центре – результат разбиения изображения на 3 интервала, справа – 4 интервала)

На рис. 2 представлен результат преобразования исходного изображения.

При использовании малого количества интервалов происходит сглаживание фрагментов изображения путем объединения однотонных объектов в единую область. Таким образом, объекты с близкими значениями оттенка серого цвета ассоциируются как единое целое. При увеличении количества интервалов на шкале цветовой палитры увеличивается детализация объектов изображения, меняется текстура объектов, увеличивается порог сегрегации связанных объектов сцены.

Известно, что при решении задачи распознавания окружающих объектов мозг биологических объектов использует информацию об обобщенных свойствах форм окружающих объектов, собранных на протяжении жизни биологического объекта. При этом известны многочисленные оптические иллюзии, возникающие при распознании суперпозиции объектов. Например, мозг биологического объекта способен воспринимать по-разному размер объекта в суперпозиции этого объекта с более мелкими объектами (эффект лунной иллюзии – восприятия более крупного размера лунного диска, вызванного пространственным расположением диска Луны в близком расположении линии горизонта и суперпозиции мелких объектов на линии горизонта). Также мозг биологического объекта способен по-разному интерпретировать насыщенность цвета однотонных объектов в зависимости от контекста окружающих объектов (иллюзия Эдварда Адельсона). Таким образом, суперпозиция окружающих объектов позволяет подчеркнуть характерные черты наблюдаемого объекта.

Для вычисления характерной величины окружающих объектов по отношению к наблюдаемому объекту система виртуального адаптационного пространства использует карту ассоциаций объекта. В состав карты ассоциации объекта входит информация об окружающих объектах и их характерных черт (например, расстояние между объектами или цвет окружающих объектов).

На рис. 3 показан пример построения неориентированного графа взаимосвязей между стволом дерева (выделенного красным) и центрами окружающих объектов (выделены синими крестами). Синими линиями отмечены маршруты между наблюдаемым объектом и окружающими объектами. Зеленым цветом обозначена граница наблюдаемого объекта виртуального адаптационного пространства (ствола дерева). Светло-зеленым прямоугольником отмечена габаритная коробка наблюдаемого объекта.

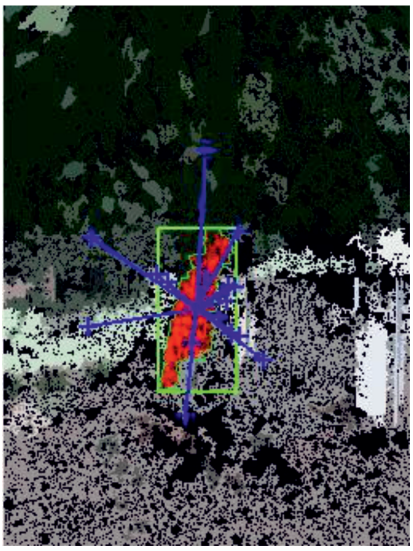


Рис. 3. Результат построения взаимосвязей между целевым объектом (красным) и окружающими объектами

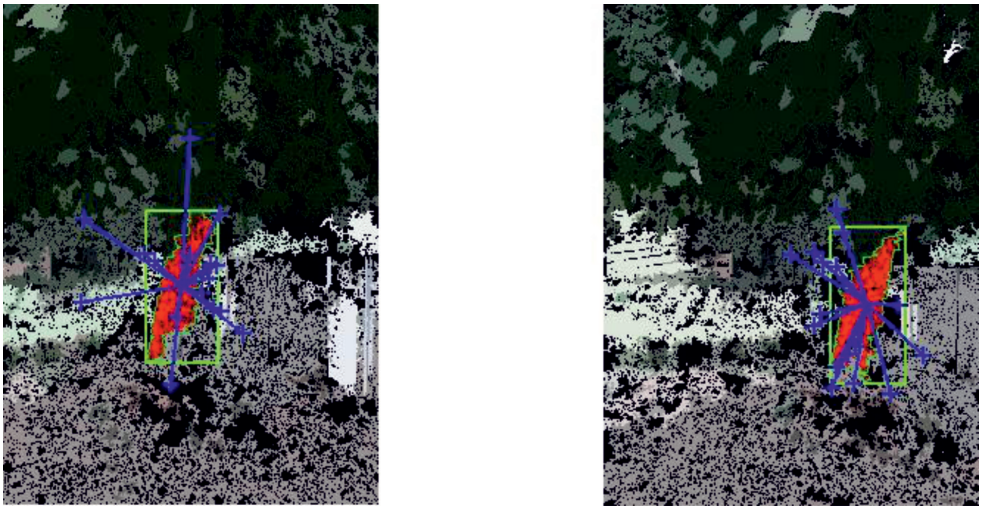


Рис. 4. Результат построения графа взаимосвязей между целевым объектом (красным) и окружающими объектами для разных точек наблюдения объекта

По информации о пространственном расположении близлежащих объектов система виртуального адаптационного пространства выстраивает карту ассоциаций. Пространственное распределение соседних объектов описывается в полярной системе координат (СК), где центром СК является центр наблюдаемого объекта, а положение соседних объектов определяется радиус-вектором r и углом поворота α. Радиус-вектор r выходит из центра СК и оканчивается в центре соседнего объекта. Угол α определяется углом меду радиус-вектором и горизонтальной осью.

Карта ассоциаций представлена гистограммой распределения соседствующих объектов. При построении карты распределении строится полярная сетка, где пространство полярной СК равномерно разбито на N секторов по углу. В гистограмме распределения по оси X расположены сектора полярной сетки, по оси Y указаны средние значения расстояний до объектов, попавших в заданный сектор. Для получения инвариантности значений расстояний от положения наблюдаемого объекта величины расстояний преобразуются из абсолютных значений в относительные путем деления абсолютной величины на размер диагонали габаритной коробки наблюдаемого объекта. Для полученной гистограммы вычисляется значение среднеквадратического отклонения σ, которое и является характерным числом топологического соседства объектов виртуального адаптационного пространства.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}. \qquad (3)$$

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования были построены ассоциативные карты для объектов сцены виртуального адаптационного пространства для разных снимков сцены окружающих объектов. На рис. 4 показаны графы ассоциаций одного и того же объекта сцены на разных снимках стереопары системы виртуального адаптационного пространства.

В табл. 2 представлены данные ассоциативных признаков объектов. В таблице поле N_i содержит номер сектора полярной сетки, разделенной на 10 секторов, $r_л$ – относительная величина среднего расстояния от центра наблюдаемого объекта до объектов, попавших в N_i сектор на левом фотоснимке (рис. 4), аналогично $r_п$ – величина среднего расстояния для правого фотоснимка (рис. 4).

Таблица 2

Ассоциативный слой наблюдаемого объекта

N_i	$r_л$	$r_п$
1	0.214502	0.178727
2	0.462922	0.439191
3	0.38829	0.419084
4	0	0.41401
5	0.60392	0.305008
6	0.700335	0.523565
7	0.254514	0.411201
8	0.534888	0
9	0.352752	0
10	0.207922	0

Величина дисперсии целевых характеристик $r_л$ и $r_п$ для левого и правого фотоснимков равна $\sigma_л = 0{,}206578$ и $\sigma_п = 0{,}211066$ соответственно. Как видно из рис. 4, различные позиции наблюдения целевого объекта приводят к изменению ассоциативной карты объектов из-за пространственных свойств окружающих объектов (например, часть объектов может быть скрыта наблюдаемым объектом под одним углом наблюдения, но открыта под другим углом наблюдения). Тем не менее совокупная характеристика ассоциации объектов меняется незначительно.

Заключение

В статье был показан пример построения ассоциативного слоя виртуального адаптационного пространства. Ассоциативный слой виртуального адаптационного пространства позволил усовершенствовать метод классификации объектов виртуального адаптационного пространства, добавив помимо существующей количественной характеристики удаленности объектов виртуального пространства новую количественную характеристику, позволяющую оценить топологическую взаимосвязь близлежащих объектов виртуального адаптационного пространства.

Список литературы

1. Сергеев А.М. Нейроморфный интеллект. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=1f00ab53-8ad5-47c5-b0cf-f9d5d2d990f9 (дата обращения: 01.08.2021).

2. Дюпин В.Н. Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 3. С. 111–114.

3. Дубынин В. Мозг и его потребности. От питания до признания. М.: Альпина нон-фикшн, 2020. 520 с.

4. Lauritzen T., Dorn J.D., Greenberg R.J., Neysmith J.M., Talbot N.H., Zhou D.D. Cortical visual prosthesis. [Electronic resource]. URL: https://patentimages.storage.googleapis.com/02/d1/b4/9c6647255c8c9d/US20140222103A1.pdf (date of access: 13.08.2021).

5. Дюпин В.Н. Метод классификации объектов виртуального адаптационного пространства // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 51–56.

6. Крайнов А. Компьютерное зрение. Лекция для Малого ШАДа Яндекса. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/yandex/blog/203136/ (дата обращения: 03.08.2021).

7. Горьков А. О цветовых пространствах. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/181580/ (дата обращения: 04.08.2021).

УДК 004.8

СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Зеленина Л.И., Хаймина Л.Э., Деменкова Е.А., Деменков М.Е., Хаймин Е.С., Хрипунов Д.Д.

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», Архангельск, e-mail: stat_publ@mail.ru

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью жизни современного человека, охватывая практически все сферы жизни и деятельности. Пандемия коронавирусной инфекции (SARS-CoV-2, COVID-19) активизирует современные тенденции в области глубокого обучения, применяемые в медицине. Стремительно растущее количество инфицированных, необходимость наличия достаточно большого количества времени для проведения лабораторных исследований обуславливает необходимость использования других методов диагностики для своевременного выявления заболевания. По имеющимся данным COVID-19 вносит некоторые изменения в рентгеновские снимки и снимки компьютерной томографии (КТ) пациента. При этом не исключается вероятность того, что небольшие изменения в изображениях могут быть не замечены во время визуального осмотра. Метод искусственного интеллекта может помочь своевременно обнаружить положительные случаи COVID-19 и поставить клинический диагноз, тем самым сэкономив необходимое время для борьбы с вирусом. Для классификации и сегментации медицинских изображений разрабатываются сверточные нейронные сети. В данной статье рассматривается применение CNN для диагностики и прогноза COVID-19 с использованием рентгеновских снимков и изображений компьютерной томографии пациентов с COVID-19 с целью точного и раннего обнаружения и диагностики заболевания.

Ключевые слова: искусственный интеллект, диагностика, машинное обучение, сверточная нейронная сеть, COVID-19

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN THE PROBLEM OF CLASSIFICATION OF MEDICAL IMAGES

Zelenina L.I., Khaymina L.E., Demenkova E.A., Demenkov M.E., Khaymin E.S., Khripunov D.D.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, e-mail: stat_publ@mail.ru

Artificial intelligence is becoming an integral part of the life of a modern person, covering almost all spheres of life and activity. The coronavirus infection (SARS-CoV-2, COVID-19) pandemic, which has spread around the world, is revitalizing current trends in deep learning applied in medicine. The rapidly growing number of infected people, the availability of sufficient time for laboratory tests necessitates the use of diagnostic methods for a timely disease. COVID-19 is reportedly making some changes to X-rays and computed tomography (CT) scans of the patient. This does not exclude the possibility that small changes in the images may not be noticed during visual inspection. The artificial intelligence method can help timely inflict positive cases of COVID-19 and make a clinical diagnosis, thereby saving time to fight the virus. Convolutional neural networks are created for the classification and segmentation of medical images. This article uses CNN to diagnose and predict COVID-19 from X-rays and CT scans of COVID-19 patients to accurately and early detection of disease.

Keywords: artificial intelligence, diagnostics, machine learning, convolutional neural network, COVID-19

Коронавирус SARS-CoV-2 в настоящее время является одним из самых опасных заболеваний. Заболевание, возникшее в 2019 г., быстро распространилось по всему миру. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила продолжающуюся пандемию COVID-19 чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения.

Для ускорения процесса постановки диагноза могут быть использованы методы глубокого обучения сверточной нейронной сети (CNN) на основе набора изображений компьютерных томографов / рентгеновских снимков легких инфицированных коронавирусом и здоровых легких. Обученная модель в дальнейшем сможет классифицировать любое новое изображение как положительное или отрицательное с большей скоростью.

Основной целью исследования является использование нейронных сетей при анализе изображений компьютерных томографов и рентгеновских снимков. Проводимое исследование направлено на реализацию / разработку приложения для эффективного и быстрого выявления заболевания по медицинским изображениям.

Материалы и методы исследования

Для определения методов исследования был проведен обзор научных публикаций, посвященных применению сверточных нейронных сетей для анализа медицинских

снимков. Проведенный обзор позволил определить перспективы исследования, такие как улучшение точности систем машинного обучения и уменьшение количества неправильных диагнозов.

Для разработки сверточной нейронной сети использовались следующие библиотеки языка программирования Python:

– TensorFlow – открытый Python-фреймворк машинного обучения, объединяющий множество моделей и алгоритмов глубокого обучения;

– Fastai – это библиотека глубокого изучения Python, предоставляющая API высокого уровня для различных распространенных приложений глубокого обучения и типов данных.

– Keras – это высокоуровневое API для построения и тренировки моделей глубокого обучения.

Также использовались модули:

– shutil – содержит набор функций для обработки и работы с файлами и папками, позволяющих копировать, перемещать и удалять их;

– os – предоставляет функции для работы с операционной системой, такие как выполнение системных команд, получение доступа к директориям.

Для написания и редактирования исходного кода разрабатываемой нейронной сети был выбран Google Colab – бесплатный облачный сервис, основанный на Jupyter Notebook. Он содержит в себе все необходимое для машинного обучения, а также предоставляет бесплатный доступ к быстрым GPU и TPU.

Описание используемых наборов данных

Для обучения нейронной сети необходим подготовленный набор данных, содержащий в себе большое число изображений тех классов, которые сеть должна научиться различать. В данном случае использовались два набора данных (рентгеновские и КТ снимки) открытого источника сайта kaggle.com. В наборе рентгеновских снимков также содержались изображения с зараженными пневмонией легкими (без подтверждения COVID), данные снимки не использовались в обучении сети.

Первый набор данных состоял из 2433 изображений рентгеновских снимков легких высокого разрешения, из них 980 с зараженными COVID-19 легкими и 1453 с легкими, не подверженными заражению [1]. Для валидационной выборки было определено 20 % датасета, для тестовой – 10 % (общий объем датасета 1700 изображений в обучающей выборке, 488 – в валидационной и 245 в тестовой выборках).

Второй набор данных состоял из 14486 снимков компьютерной томографии легких, из них 7593 с зараженными COVID-19 легкими и 6893 здоровых [2]. С учетом разбиения на выборки 10140 изображений вошли в обучающую выборку, 2898 – в валидационную и 1448 изображений – в тестовую.

Для генерации отдельных выборок для обоих датасетов использовался метод ImageDataGenerator из библиотеки Keras, работа которого заключается в создании набора данных на основе имеющихся изображений, а также в его аугментации.

Более подробно остановимся на анализе данных первого набора.

Результаты исследования и их обсуждение

Использование нейронных сетей при анализе изображений компьютерных томографов и рентгеновских снимков является в настоящее время актуальной темой исследований.

Исследователями Mojtaba Mohammadpoor, Mehran Sheikhi karizaki, Mina Sheikhi karizaki предложена модель на основе сверточной нейронной сети в качестве альтернативного метода быстрого обследования, который можно использовать для выявления случаев COVID-19 путем анализа компьютерной томографии. В качестве набора данных применялись более 15 тыс. изображений компьютерной томографии 95 больных пациентов и более 48 тыс. изображений 282 здоровых пациентов [3]. Ученым было исследовано влияние корректировок параметров изображений на производительность предложенной модели. Следует отметить, что даже при случайном выборе обучающих и тестовых изображений общая точность достигалась порядка 95 % (без проведения предварительной обработки изображений).

В работе Shigao Huang, Yang Jie, Simon Fong, Qi Zhao рассматривается применение глубокого машинного обучения в диагностике COVID-19, включая клинические характеристики, электронные медицинские записи, медицинские изображения (КТ, рентгеновские снимки, ультразвуковые изображения и пр.). На рис. 1 представлены методы диагностики COVID-19.

Sneha Kugunavar, C.J. Prabhakar представили применение сверточных нейронных сетей для диагностики и прогноза COVID-19 с использованием рентгеновских снимков и изображений компьютерной томографии (КТ) пациентов. Используемые в исследовании модели CNN в основном были разработаны для обнаружения, клас-

сификации и сегментации изображений с COVID-19 [5]. Архитектура разработанной сети представлена на рис. 2. Авторы достигают точности в 93 % и доказывают эффективность CNN в задаче диагностики и прогноза COVID-19.

Исследователи R.M. Tharsanee, R.S. Soundariya, A. Saran Kumar, M. Karthiga, S. Sountharrajan в качестве инициативы по борьбе с глобальной вспышкой определяют подходящую классификационную модель глубокого обучения для идентификации коронавируса посредством обработки данных [6].

Авторами приведено описание обучения модели, представлена сравнительная таблица производительности моделей.

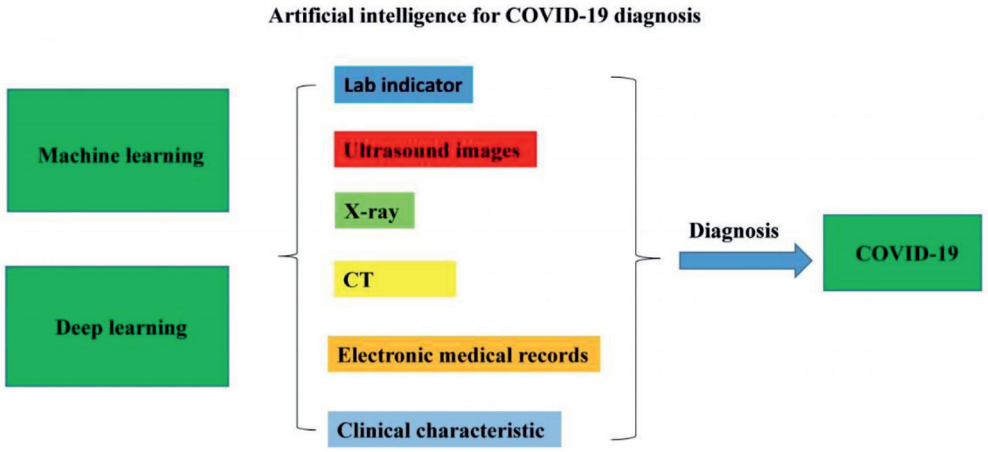


Рис. 1. Методы диагностики COVID-19 [4]

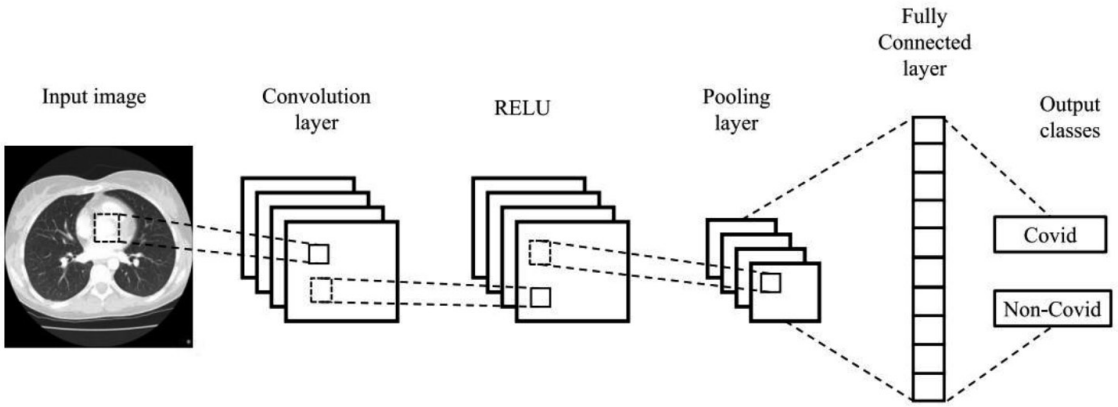


Рис. 2. Архитектура CNN [5]

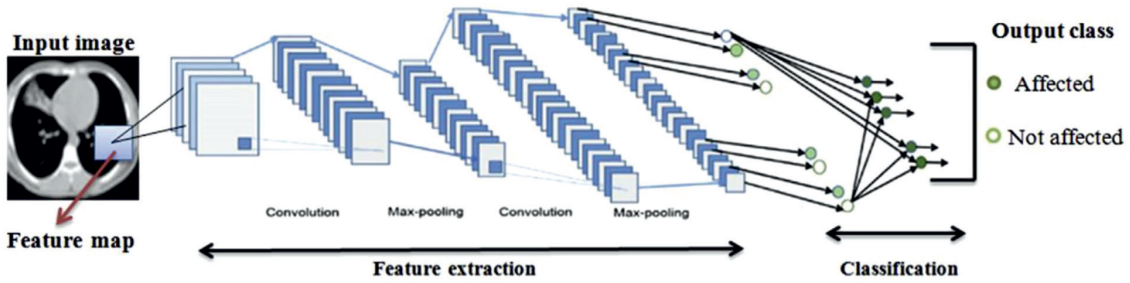


Рис. 3. Архитектура предложенной CNN [6]

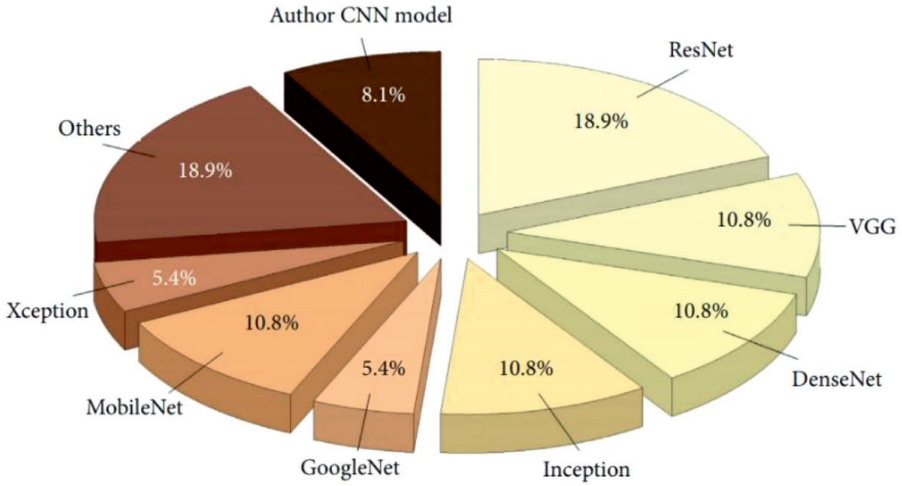


Рис. 4. Диаграмма использования CNN архитектур [7]

Исследователи Mustafa Ghaderzadeh, Farkhondeh Asadi представили обзор текущего состояния моделей для обнаружения и диагностики COVID-19 с помощью радиологических методов диагностирования и их обработки на основе глубокого обучения, графически представили частоту использования различных CNN архитектур для анализа радиологических изображений с COVID-19 [7].

Ученые пришли к выводу, что применение глубокого обучения в области обработки радиологических изображений COVID-19 снижает количество ложных диагнозов при обнаружении и диагностике заболевания и предлагает возможность предоставлять пациентам быстрые, дешевые и безопасные диагностические услуги.

Ученые Yazeed Zoabi, Shira Deri-Rozov, Noam Shomron предложили модель нейронной сети, обученной на 51 831 записи протестированных пациентов (из которых у 4769 подтверждено наличие COVID-19). Исследователями были проведены тесты модели при различных заданных характеристиках датасета, из них выявлены наиболее важные для прогнозирования заболевания [8].

Прогнозы были произведены с использованием модели с градиентным бустингом, построенной с использованием деревьев решений. Полученная модель предсказала результаты теста COVID-19 с высокой точностью, используя восемь бинарных характеристик: пол пациента, возраст ≥ 60 лет, известный контакт с инфицированным, появление пяти начальных клинических симптомов (кашель, жар, боль в горле, усложнение дыхания, головная боль).

Представленные исследования показали, что нейронные сети доказали свою эффективность в задаче диагностирования COVID-19. Наилучшие результаты при этом достигаются с использованием сверточных нейронных сетей. Наиболее часто обучение проводится на КТ снимках и рентгеновских снимках. Большинство авторов в своих работах предлагают использовать от шести слоев при моделировании сверточных нейронных сетей. Основной проблемой исследований в данном направлении является поиск адекватного датасета для обучения сети. Сотрудничество с медицинскими учреждениями, несомненно, может помочь в составлении и проверке набора данных.

Реализация и обучение сверточной нейронной сети

Для разработки сверточной нейронной сети была применена библиотека TensorFlow языка программирования Python, использовалась модель последовательного типа, позволяющая легко добавлять новые слои при помощи метода add. Схема смоделированной сверточной нейронной сети, отражающая в себе каждый имеющийся слой, представлена на рис. 5.

Слой Conv2D – это сверточный слой, содержащий 16 фильтров, матрицу фильтров размера 5x5, функцию активации ReLU, заданную форму для входного изображения (с 3 каналами rgb) input_shape = (256, 256, 3), где 256 x 256 – размерность изображения.

Слой MaxPooling2D – слой подвыборки (максимального пулинга), с уплотнением группы пикселей размерности 2 x 2 до одного пикселя.

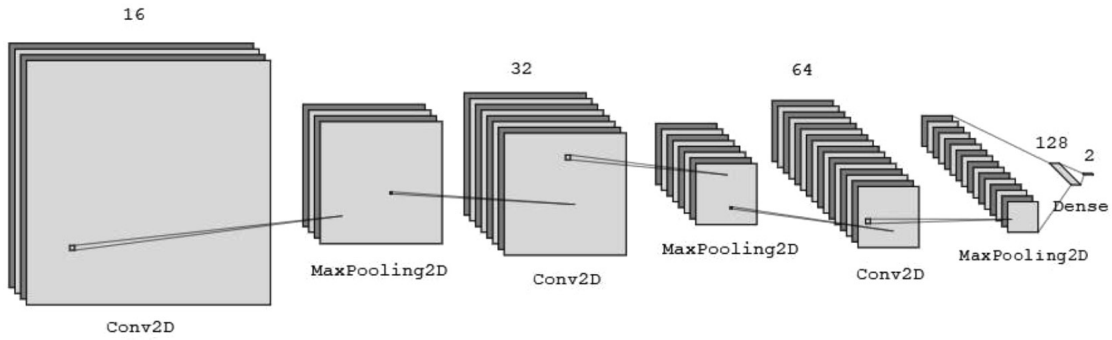


Рис. 5. Архитектура нейронной сети

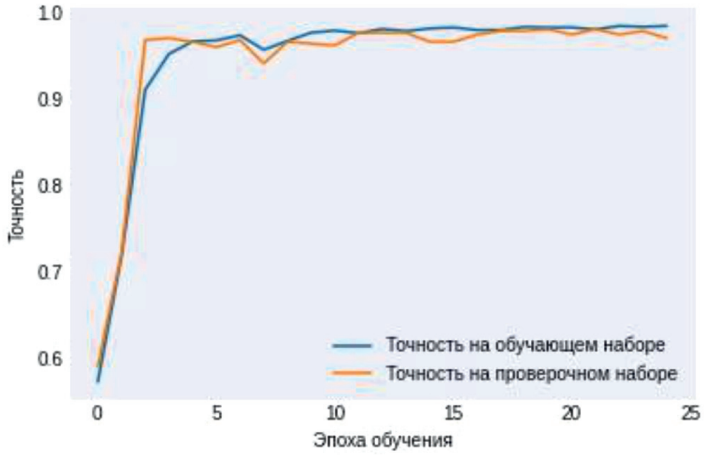


Рис. 6. График точности нейронной сети

Далее следует Dropout – процесс выборочного отключения нейронов в процессе обучения. Это один из способов, помогающих избежать переобучения. При выборочном отключении во время обучения одних нейронов, другие нейроны задействуются намного активней, что положительно сказывается на общем качестве обучения. При тренировке сети таким образом она становится более устойчива и может полагаться на все свои нейроны для выполнения задачи. При этом указывается вероятность исключения каждого из нейронов на любой обучающей итерации.

Следующие блоки модели содержат аналогичные слои, имеющие различие лишь в сверточных слоях, содержащих 32 фильтра, а затем 64. Между сверточными слоями и полносвязным слоем находится Flatten – слой выравнивания, преобразующий получаемые данные в вектор. Далее следуют полносвязный слой Dense со 128 нейронами и функцией активации relu, слой Dropout, финальный слой Dense, состоящий из количества нейронов, равного количеству классов. При помощи функции активации softmax он сводит получившуюся сумму к единице, чтобы интерпретировать полученный результат как ряд возможных исходов.

Максимальная полученная точность на тестовых данных для первого датасета составила порядка 95 %.

Заключение

Применение глубокого машинного обучения в области обработки медицинских изображений помогает снижать количество ошибок при обнаружении и диагностике заболевания и предлагает возможность предоставлять пациентам быстрые и безопасные диагностические услуги.

Представленная модель сверточной нейронной сети, обученная на рентгеновских снимках, показала достаточно высокую точность. Следует обратить внимание, что для получения хорошей точности нейронной сети, обученной на оптимальных

параметрах на КТ и рентгеновских снимках, важно определить качественный и объемный датасет (с возможной предварительной обработкой изображений).

Смоделированная и обученная сверточная нейронная сеть может быть использована в программном приложении, позволяющем по загружаемым рентгеновским и КТ снимкам определять, имеется или отсутствует заболевание с определенной процентной вероятностью его наличия.

Список литературы

1. Curated Chest X-Ray Image Dataset for COVID-19 [Electronic resource]. URL: https://www.kaggle.com/unaissait/curated-chest-xray-image-dataset-for-covid19 (date of access: 25.08.2021).

2. Large COVID-19 CT scan slice dataset [Electronic resource]. URL: https://www.kaggle.com/maedemaftouni/large-covid19-ct-slice-dataset (date of access: 25.08.2021).

3. Mojtaba Mohammadpoor , Mehran Sheikhi karizaki, Mina Sheikhi karizaki. A deep learning algorithm to detect coronavirus (COVID-19) disease using CT images. PeerJ Computer Science. 2021. V. 7. P. e345. DOI: 10.7717/peerj-cs.345.

4. Shigao Huang. Artificial intelligence in the diagnosis of COVID-19: challenges and perspectives. Int. J. Biol. Sci. 2021. Vol. 17. DOI: 10.7150/ijbs.58855.

5. Sneha Kugunavar. Convolutional neural networks for the diagnosis and prognosis of the coronavirus disease pandemic. Kugunavar and Prabhakar Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art. 2021. V. 4. P. 12. DOI: 10.1186/s42492-021-00078-w.

6. Tharsanee R.M., Soundariya Rs, Saran Kumar A., Karthiga Ms. Deep convolutional neural networke-based image classification for COVID-19 diagnosis. Data Science for COVID-19. 2021. Vol. 5. P. 117–145. DOI: 10.1016/B978-0-12-824536-1.00012-5.

7. Ghaderzadeh Mustafa, Farkhondeh Asadi. Deep Learning in the Detection and Diagnosis of COVID-19 Using Radiology Modalities: A Systematic Review. Journal of Healthcare Engineering. 2021. P. 6677314. DOI: 10.1155/2021/6677314.

8. Yazeed Zoabi, Shira Deri-Rozov, Noam Shomron. Machine learning-based prediction of COVID-19 diagnosis based on symptoms. npj Digital Medicine. 2021. V. 4. P. 1–5.

УДК 658:68

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

[1]Кудрявцева С.С., [2]Халиулин Р.А.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: sveta516@yandex.ru, rawil-mary@mail.ru

Актуальность статьи связана с важностью и необходимостью изучения региональных различий в сфере экологизации промышленного производства посредством внедрения инноваций. Цель статьи направлена на обобщение статистического материала по использованию экологических инноваций с учетом территориального аспекта деятельности промышленного комплекса экономики, а также выявление особенностей внедрения экоинноваций в регионах. В статье сформирована база статистических показателей применения экологических инноваций в динамике по регионам Российской Федерации; определен инструментарий для анализа территориальных особенностей использования экологических инноваций в промышленности; проведено моделирование сравнительной оценки применения экологических инноваций в промышленности в региональном разрезе. Показано, что присутствуют территориальные различия в трендах экологизации промышленного производства по двум из пяти моделируемых показателей в двух группах округов: между Северо-Западным и Приволжским федеральными округами по доле организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, и между Центральным и Северо-Западным федеральными округами по специальным затратам, связанным с экологическими инновациями, что позволило сделать вывод о равномерности проведения политики экологизации производства в промышленно развитых субъектах федерации. Дальнейшие направления исследования в данной области могут быть связаны с расширением перечня показателей мониторинга повышения уровня экологической безопасности промышленного производства на основе инноваций, а также проведением их сравнительной территориальной оценки на примере всех федеральных округов для совершенствования методической и организационно-практической деятельности в промышленном комплексе экономики Российской Федерации.

Ключевые слова: экологические инновации, промышленность, территория, сокращение энергозатрат, сокращение загрязнения атмосферы, рециклинг, специальные затраты на экологические инновации

ENVIRONMENTAL INNOVATIONS IN INDUSTRY: TERRITORIAL FEATURES OF APPLICATION

Kudryavtseva S.S., Khaliulin R.A.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: sveta516@yandex.ru, rawil-mary@mail.ru

The relevance of the article is related to the importance and necessity of studying regional differences in the field of greening industrial production through the introduction of innovations. The purpose of the article is aimed at generalizing statistical material on the use of environmental innovations, taking into account the territorial aspect of the activity of the industrial complex of the economy, as well as identifying the features of the introduction of eco-innovations in the regions. The article has formed a base of statistical indicators of the application of environmental innovations in dynamics in the regions of the Russian Federation; the toolkit for analyzing the territorial features of the use of environmental innovations in industry has been determined; modeling of a comparative assessment of the application of environmental innovations in industry in the regional context. It is shown that there are territorial differences in trends in the greening of industrial production for two out of five modeled indicators in two groups of districts: between the Northwestern and Volga Federal Districts in terms of the share of industrial organizations introduced by environmental innovations and between the Central and Northwestern Federal Districts for special costs related to environmental innovations, which made it possible to draw a conclusion about the uniformity of the policy of greening production in the industrially developed constituent entities of the Federation. Further areas of research in this area may be associated with the expansion of the list of indicators for monitoring the increase in the level of environmental safety of industrial production based on innovations, as well as their comparative territorial assessment using the example of all federal districts to improve the methodological, organizational and practical activities in the industrial complex of the economy of the Russian Federation.

Keywords: environmental innovation, industry, territory, energy savings, air pollution reduction, recycling, special costs for environmental innovation

Глобальные тренды развертывания четвертой промышленной революции обозначили новые вызовы, стоящие перед мировым промышленным комплексом, а именно: переход на возобновляемые источники энергии, сокращение энерго- и материальных затрат в процессе производства, использования и утилизации промышленной продукции и т.п. В этой связи небезосновательным выглядят попытки мировой научной элиты разработать и внедрить в производственно-хозяйственную деятельность промышленных предприятий методы и инструменты управления производством, способные сократить негативное влияние на окружающую среду. Одним из таких инструментов

видятся экологические инновации, направленные на обеспечение эффективности использования сырья, материалов, трудовых ресурсов путем повышения экологической безопасности производственных процессов, сокращая негативное влияние на природную среду.

Вопросы экологизации промышленного производства находят достойное место в исследованиях авторов: обращение с отходами в промышленности [1], повышение конкурентоспособности в экологическом секторе промышленности [2], достижение устойчивого развития [3], использование зарубежного опыта в сфере организации экологически чистых производств [4], циркулярное воспроизводство [5], экологические инновации и устойчивый рост [6], импортозамещение промышленных технологий [7], ресурсосберегающие системы [8] и т.п. Однако проблематика внедрения и использования экологических инноваций в промышленности с позиции их региональных особенностей в настоящее время изучена недостаточно, что предопределило выбор темы, цели и задач статьи, постановку проблемы и применение инструментария исследования.

Цель статьи направлена на обобщение статистического материала по использованию экологических инноваций с учетом территориального аспекта деятельности промышленного комплекса экономики, а также выявление особенностей внедрения экоинноваций в регионах. Цель статьи раскрывается решением следующих задач:

– сформировать базу статистических показателей применения экологических инноваций в динамике по регионам Российской Федерации;

– определить инструментарий для анализа территориальных особенностей использования экологических инноваций в промышленности;

– провести моделирование сравнительной оценки применения экологических инноваций в промышленности в региональном разрезе.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования применялись общие методы познания – системного анализа, описания, обобщения, сравнения, агрегирования, измерения; а также специальные, основанные на построении экономико-математических моделей, в частности анализ трендов, регрессионный анализ, описательные статистики, анализ динамических рядов, непараметрический тест Манна – Уитни (Mann–Whitney U test).

Информационную базу исследования составили статистические данные по экологическим инновациям в промышленности в региональном разрезе, представленные Росстатом [9]. Инструментом моделирования стал пакет Statistica. Динамический ряд по анализируемым и моделируемым показателям составил 10 лет – с 2010 по 2019 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Вопросы территориального аспекта использования экологических инноваций будем рассматривать на примере промышленно развитых субъектов федерации. К таковым предлагаем отнести регионы тех федеральных округов, где отмечается наибольшая доля отгруженной промышленной продукции в обрабатывающих производствах. По итогам 2020 г. к таковым субъектам федерации отнесены регионы Центрального федерального округа (ЦФО) – 36,3 % в общем показателе отгруженной продукции обрабатывающего сектора экономики (18 регионов), Приволжского федерального округа (ПФО) – 18,8 % (14 регионов) и Северо-Западного федерального округа – 14,4 % (10 регионов, без автономных округов).

Среди показателей, отражающих экологические инновации в промышленности, которые будем использовать при анализе и моделировании, выделим следующие с их условными обозначениями:

X1 – доля организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, %;

X2 – доля организаций, обеспечивающих сокращение энергозатрат, %;

X3 – доля организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих сокращение загрязнения атмосферы, %;

X4 – доля организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих рециклинг товаров после использования, %;

X5 – специальные затраты, связанные с экологическими инновациями, в расчете на одну организацию, млн руб.

Отметим, что под специальными затратами на инновации будем понимать затраты промышленных предприятий на проведение превентивных мероприятий, в том числе производственного, технического и экологического характера, способствующие повышению безопасности процессов производства, а также снижающих негативное влияние на природную среду в процессе промышленного производства, в том числе использования и утилизации промышленной продукции.

Среди рассматриваемых федеральных округов в среднем за 2010–2019 гг. наибольшая доля промышленных организаций, осуществляющих экологические инновации,

отмечалась в Приволжском федеральном округе, составив в среднем 3,2%, что выше среднероссийского уровня (2,4%), далее следовал Центральный федеральный округ со значением 2,5% и Северо-Западный федеральный округ – 2,2%. Среди регионов данных федеральных округов лидерами по удельному весу организаций, осуществляющих экологические инновации, были Республика Татарстан – 5,6%, Чувашская Республика – 4,6% и Ярославская область – 4%.

Распределение федеральных округов по удельному весу промышленных организаций, внедряющих экологические инновации и способствующих повышению экологической безопасности производства, было следующим. В Центральном федеральном округе отмечалось превышение всех видов экологических инноваций в данной сфере по сравнению со среднероссийским уровнем. В регионах Северо-Западного федерального округа среднее значение показателя было выше по виду экологических инноваций «сокращение загрязнения атмосферного воздуха», в регионах Приволжского федерального округа, несмотря на сравнительно высокий удельный вес организаций, осуществляющих экологические инновации, значение показателя экологических инноваций по их видам было ниже среднероссийского уровня, за исключением доли организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих рециклинг товаров после использования (табл. 1).

Таблица 1

Доля промышленных организаций, осуществляющих инновации, способствующих повышению экологической безопасности производства, по видам, в среднем за 2010–2019 гг. (в процентах)

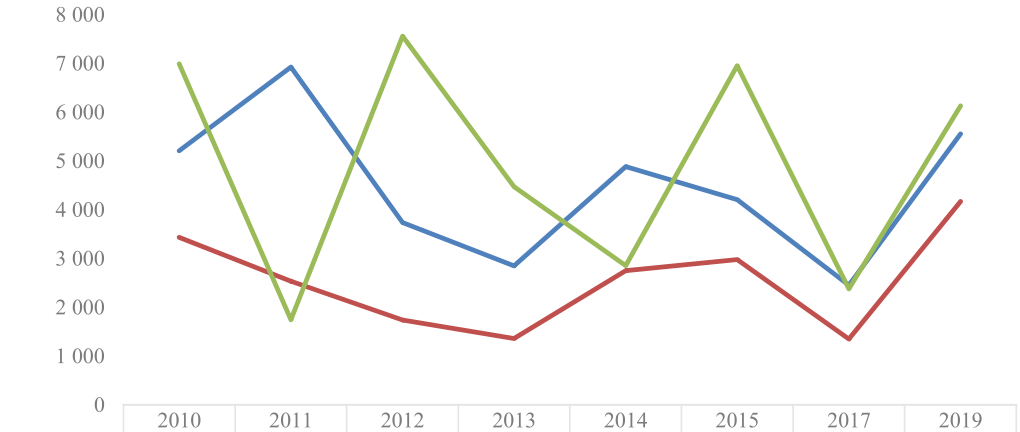
Регион	Доля организаций, обеспечивающих сокращение энергозатрат	Доля организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих сокращение загрязнения атмосферы	Доля организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих рециклинг товаров после использования
РФ	54,2	56,9	25,3
ЦФО	56,4	59,2	25,8
СЗФО	54,1	61,1	18,8
ПФО	51,6	54,1	27,5

Анализ тренда в рассматриваемых федеральных округах специальных затрат на экологические инновации не позволил выявить качественно-достоверную линейную или полиноминальную модель изменения. Максимальное значение коэффициента детерминации модели достигало 40%, что является недостаточным для использования регрессионной модели для последующего анализа и прогнозирования. Неоднозначность тренда также визуализирует график изменения данного показателя в динамике по федеральным округам. При этом отметим, что в регионах Приволжского федерального округа абсолютная величина специальных затрат на экологические инновации была наибольшей и составляла в среднем за 2010–2019 гг. 4887 млн руб. Далее следовали Центральный федеральный округ со значением 4478 млн руб. и Северо-Западный федеральный округ – 2540 млн руб. Тревожность вызывает то, что во всех федеральных округах наблюдалось ежегодное сокращение среднегодовых специальных затрат на экологические инновации: в регионах Приволжского федерального округа – на 4,4%, Северо-Западного федерального округа – на 3,7%, Центрального федерального округа – на 1,9% (рис. 1).

При этом наибольшее среднее значение величины специальных затрат в расчете на одну промышленную организацию фиксировалось в Северо-Западном федеральном округе – 69,4 млн руб., что выше среднероссийского уровня – 58 млн руб. В Приволжском и Центральном федеральных округах значение показателя составило соответственно 46,8 и 44,1 млн руб. в расчете на одну промышленную организацию. По данному показателю также отмечалась ежегодная тенденция снижения среднегодового уровня, однако с меньшими темпами, нежели в абсолютных величинах: в Приволжском федеральном округе – на 1,5%, в Северо-Западном федеральном округе – на 1,2%, в Центральном федеральном округе – на 0,3% (рис. 2).

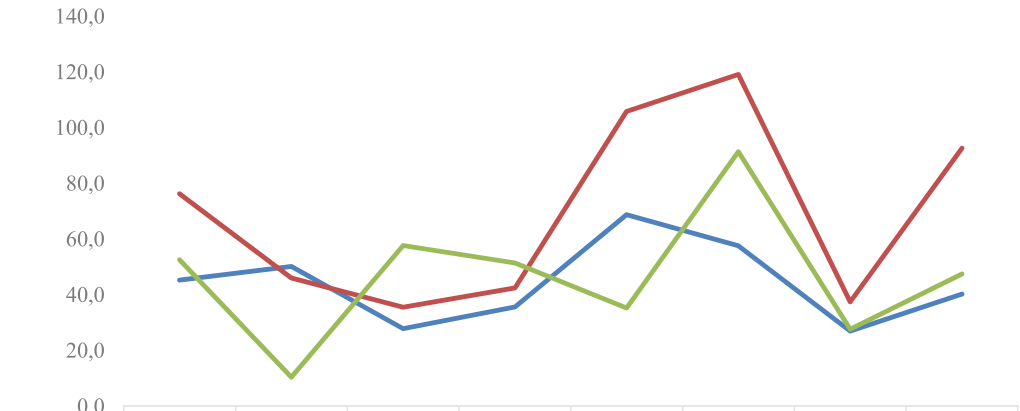
Для цели нашего исследования представляется целесообразным провести сравнение моделируемых показателей экологических инноваций в промышленности в регионах для выявления территориальной дифференциации трендов экологизации промышленного производства. Поскольку количество регионов в федеральных округах является

различным, кроме того, сравнение дисперсий моделируемых показателей в трех группах регионов показало их вариативность, а также отклонение от закона нормального распределения величин, в этой связи считаем применимым использовать методы непараметрической статистики для проведения сравнительной оценки, а именно, тест Манна – Уитни (Mann–Whitney U test), позволяющий выявить различие в группах по моделируемым показателям в сфере экологизации промышленного производства с использованием инноваций. Так, результаты непараметрического теста Манна – Уитни показали, что статистически значимое различие среди рассматриваемых регионов отмечалось только по показателю доли организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, в Северо-Западном и Приволжском федеральных округах ($P \leq 0{,}05$). Данное положение также отчетливо визуализируется на ящичной диаграмме, указывающей, что среднее значение доли организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, в регионах Приволжского федерального округа было выше, чем в регионах Северо-Западного федерального округа (рис. 3).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2019
ЦФО	5 210	6 927	3 736	2 852	4 885	4 208	2 453	5 557
СЗФО	3 432	2 534	1 741	1 360	2 753	2 979	1 351	4 169
ПФО	6 994	1 746	7 562	4 473	2 855	6 952	2 381	6 130

Рис. 1. Динамика абсолютного значения величины специальных затрат на экологические инновации (в млн руб.)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2019
ЦФО	45,3	50,2	27,9	35,7	68,8	57,6	27,0	40,3
СЗФО	76,3	46,1	35,5	42,5	105,9	119,1	37,5	92,6
ПФО	52,6	10,4	57,7	51,4	35,3	91,5	27,7	47,5

Рис. 2. Динамика величины специальных затрат на экологические инновации в расчете на одну промышленную организацию (в млн руб.)

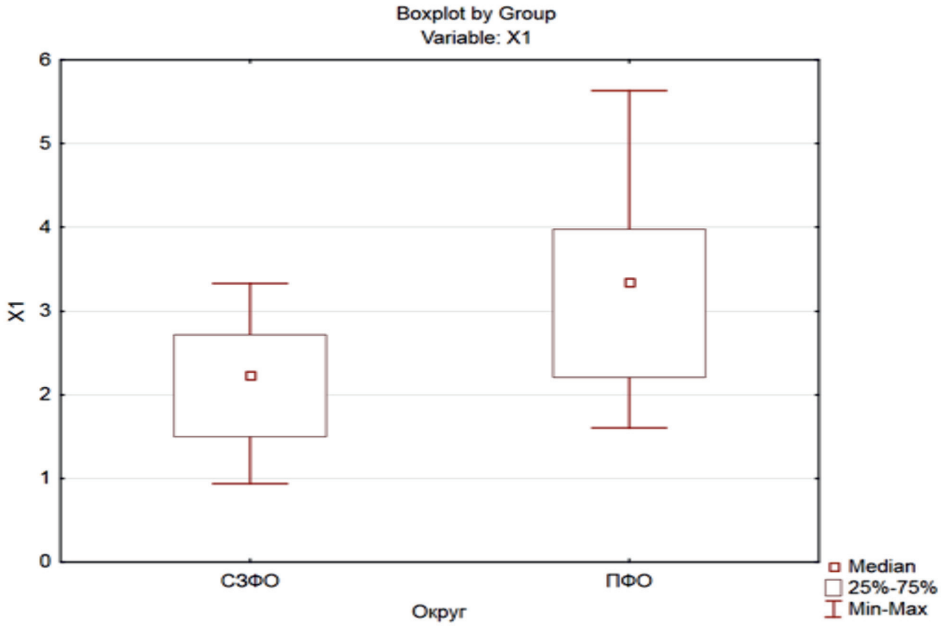


Рис. 3. Ящичная диаграмма – доля организаций промышленности, внедряющих экологические инновации (в процентах)

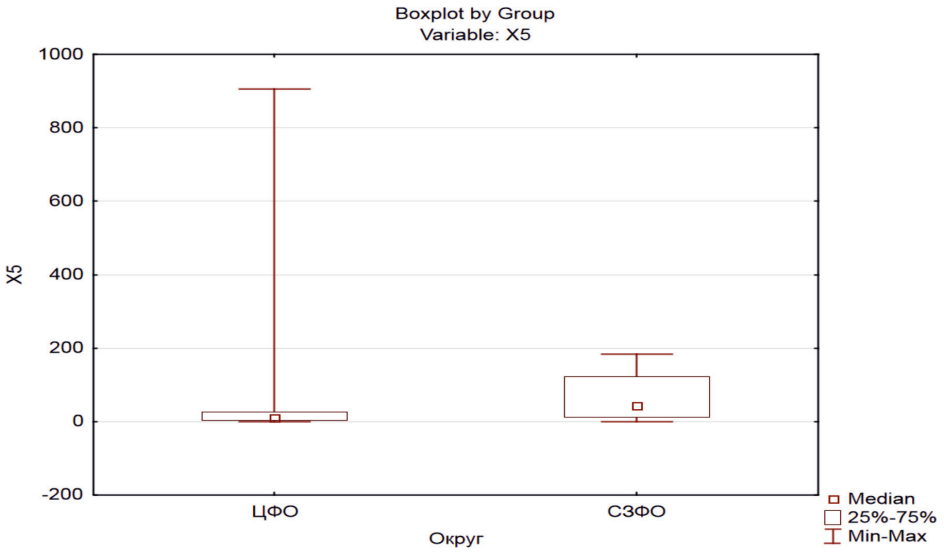


Рис. 4. Ящичная диаграмма – специальные затраты на экологические инновации в расчете на одну организацию

На десятипроцентном уровне статистической значимости наблюдалось также различие по специальным затратам на экологические инновации в расчете на одну промышленную организацию между Центральным и Северо-Западным федеральными округами ($P \leq 0{,}1$), среднее значение данного показателя в регионах Северо-Западного федерального округа на 57,5% превышало аналогичный показатель по регионам Центрального федерального округа. На ящичной диаграмме также отчетливо виден большой разброс в показателях в регионах Центрального федерального округа, где размах составил 906,1 млн руб. в расчете на одну промышленную организацию: максимальное значение фиксировалось в Липецкой области – 906,2 млн руб., минимальное – в Ивановской – 0,2 млн руб. в расчете на одну промышленную организацию (рис. 4).

Результаты непараметрического теста Манна – Уитни сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты непараметрического теста Манна – Уитни территориальной дифференциации экологизации промышленного производства в федеральных округах

Показатель	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-value	Округ
X1	282,0	124,0	69,0	1,0	0,33	ЦФО и СЗФО
	262,0	266,0	91,0	-1,3	0,19	ЦФО и ПФО
	91,0	209,0	36,0	-2,0	0,05	СЗФО и ПФО *)
X2	272,0	134,0	79,0	0,5	0,61	ЦФО и СЗФО
	343,0	185,0	80,0	1,7	0,08	ЦФО и ПФО
	135,0	165,0	60,0	0,6	0,58	СЗФО и ПФО
X3	255,0	151,0	84,0	-0,3	0,79	ЦФО и СЗФО
	339,0	189,0	84,0	1,6	0,11	ЦФО и ПФО
	153,0	147,0	42,0	1,6	0,11	СЗФО и ПФО
X4	268,0	138,0	83,0	0,3	0,76	ЦФО и СЗФО
	305,0	223,0	118,0	0,3	0,78	ЦФО и ПФО
	122,0	178,0	67,0	-0,1	0,88	СЗФО и ПФО
X5	225,0	181,0	54,0	-1,7	0,09	ЦФО и СЗФО **)
	288,0	240,0	117,0	-0,3	0,75	ЦФО и ПФО
	146,0	154,0	49,0	1,2	0,23	СЗФО и ПФО

*) Статистически значимое различие при $P \leq 0,05$.

**) Статистически значимое различие при $P \leq 0,1$.

Таким образом, по результатам непараметрического теста можно заключить, что тренды экологизации промышленного производства в субъектах федерации практически не имеют территориальных различий (за исключением доли организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, и специальных затрат, связанных с экологическими инновациями, в расчете на одну организацию), что может указывать на сбалансированность национальной промышленной политики в развитии экологических производств посредством внедрения инноваций в сферу организации промышленного производства.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило получить следующие выводы.

1. В промышленно развитых регионах (где фиксируется наибольшая доля отгруженной промышленности обрабатывающего сектора) отмечается превышение по доле организаций промышленности, внедряющих экологические инновации (за исключением Северо-Западного федерального округа).

2. По видам экологических инноваций наибольшее значение по доле организаций, обеспечивающих сокращение энергозатрат, фиксировалось в регионах Центрального федерального округа; по доле организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих сокращение загрязнения атмосферы, – в регионах Северо-Западного федерального округа и по доле организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающих рециклинг товаров после использования, – в регионах Приволжского федерального округа.

3. Не выявлено однозначной тенденции по изменению величины специальных затрат на экологические инновации в регионах Российской Федерации, однако наблюдается их ежегодное снижение как в абсолютном выражении, так и в расчете на одну промышленную организацию. При этом наибольшее снижение отмечается в регионах Приволжского федерального округа.

4. Непараметрический тест позволил установить присутствие территориальных различий в трендах экологизации промышленного производства по двум из пяти моделируемых показателей в двух группах округов: между Северо-Западным и Приволжским федеральными округами по доле организаций промышленности, внедряющих экологические инновации, и между Центральным и Северо-Западным федеральными округами по специальным затратам, связанным с экологическими инновациями, что позволяет сделать вывод о равномерности проведения политики экологизации производства в промышленно развитых субъектах федерации.

Полагаем, что дальнейшие направления исследования в данной области могут быть связаны с расширением перечня показателей мониторинга повышения уровня эко-

логической безопасности промышленного производства на основе инноваций, а также проведением их сравнительной территориальной оценки на примере всех федеральных округов для совершенствования методической и организационно-практической деятельности в промышленном комплексе экономики Российской Федерации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00655.

Список литературы

1. Куликова О.В., Попкова В.А. Экологизация в сфере обращения с отходами производства и потребления как мера обеспечения экологической безопасности Саратовской области // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2016. № 5 (112). С. 181–187.

2. Чхутиашвили Л.В. Экологизация российской экономики как важный фактор роста конкурентоспособности производства и продукции // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). 2016. № 4 (20). С. 124–129.

3. Озмитин В.Д. Экологизация материального производства – объективная необходимость устойчивого развития // Позиция. Философские проблемы науки и техники. 2016. № 10. С. 127–137.

4. Абанина Е.Н., Попкова В.А. Экологизация производства в Российской Федерации: механизм реализации, опыт зарубежных стран // Евразийский юридический журнал. 2017. № 5 (108). С. 288–291.

5. Мерзлякова Е.А., Колмыкова Т.С. Циркулярное воспроизводство и экологические инновации в обеспечении устойчивого роста региональной экономики // Регион: системы, экономика, управление. 2019. № 3 (46). С. 104–111.

6. Кудрявцева С.С., Шинкевич М.В., Гарипова Г.Р. Экологические инновации предприятий нефтехимической промышленности в достижении целей устойчивого развития // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 8. С. 51–56.

7. Барсегян Н.В., Шинкевич А.И. Импортозамещение как условие обеспечения продовольственной безопасности // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4 (42). С. 109–112.

8. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Shinkevich M.V., Salimianova I.G., Ishmuradova I.I. Improving the efficiency of production process organization in the resource saving system of petrochemical enterprises. International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Т. 9. № 4. P. 233–239.

9. Росстат [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/14477 (дата обращения: 25.08.2021).

УДК 004.942

ФОРМАЛИЗАЦИЯ КЛАССОВ ДАКТИЛЕМ РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ТИПА «РОБО-РУКА»

Лаврененко И.С., Филиппович Ю.Н., Арутюнян М.Г.

Московский политехнический университет, Москва, e-mail: lisnewstyle@mail.ru

Обучение жестовому языку с использованием робототехнических систем типа «робо-рука» как решение проблемы эффективной реабилитации пациентов, перенесших инсульт, ставит перед нами вопрос о переводе дактилем в формализованный вид. Дактиль языка позволяет проводить эффективную реабилитацию, поскольку пациент не только разрабатывает руку, но и осваивает новый способ коммуникации, получает обратную связь от подобной тренировки. Поэтому формализация классов дактилем русского жестового языка является актуальной задачей. В данной статье приводится классификация букв русской дактильной азбуки по количеству задействованных степеней свободы с целью формализации дактилем русского жестового языка. Приведены семь основных групп дактиля, представлена форма описания каждой дактилемы с учетом особенностей работы робототехнического комплекса. На основании текстового описания конфигураций пальцев наполняется спроектированная база данных с атрибутами для каждой фаланги. Описывается процесс создания на основе формализованных данных программного обеспечения по управлению робототехническими системами типа «робо-рука» с учетом функциональных параметров различных актуаторов. Для реализации конфигураций функционала демонстрации дактилем определены минимальные, средние и максимальные положения для актуаторов. Описаны области применения формализованных данных.

Ключевые слова: робототехника, экзоскелет, русский жестовый язык, дактильная азбука

FORMALIZATION OF THE RUSSIAN SIGN LANGUAGE DACTYLS CLASSES FOR APPLICATION IN «ROBO-HAND» TYPE ROBOTECHNICAL SYSTEMS

Lavrenenko I.S., Filippovich Yu.N., Arutyunyan M.G.

Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: lisnewstyle@mail.ru

The teaching sign language using robotic systems of the «robotic arm» type as a solution to the problem of effective rehabilitation of stroke patients raises the problem of formalizing of the dactyl. The dactyl of sign language give a new effective way of rehabilitation, because the patient not only recovers the arm, but also learns a new way of communication, receives feedback from such training. Thus, the formalization of classes with the dactyl of the Russian sign language is an important problem. This article provides a classification of the letters of the Russian dactyl alphabet according to the number of degrees of freedom involved in order to formalize the Russian sign language with dactyl. Seven main groups of dactyl are given, a form for describing each dactylum is presented, with considering the features of the operation of the robotic complex. Created database is filled with attributes for each phalanx based on the textual description of the finger configuration. The article describes the process of creating software for controlling robotic systems of the «robotic arm» type complex that considered the functional parameters of various actuators. Minimum, average and maximum positions for the actuators are determined to implement the configurations of functionality that demonstrate the dactyl. The areas of application of formalized data are described. The article also describes the algorithm of the software for gesture demonstration.

Keywords: robotics, exoskeleton, Russian sign language, dactyl alphabet

При создании робототехнического комплекса для восстановления мелкой моторики кисти человека, перенесшего инсульт, важно продумать эффективную методику реабилитации. Можно просто сжимать-разжимать руку, тренируя только «хватательный» функционал кисти, к этому можно добавить принцип биологической обратной связи [1], что повысит эффективность лечения. Однако верхняя конечность человека считается наиболее развитым и эффективным инструментом-органом, представляя собой сложную кинематическую систему. Поэтому важно тренировать кисть с наиболее полным потенциалом действия, чтобы человек восстановил ее двигательную активность по максимуму.

При грамотно поставленной технике человек будет использовать все доступные ему степени свободы кисти, не ограничиваясь такими бытовыми операциями, как взятие в руки какого-то предмета. Дактиль (жестовая азбука) языка позволяет проводить эффективную реабилитацию, поскольку пациент не только разрабатывает руку, но и осваивает новый способ коммуникации, получает обратную связь от подобной тренировки. Ведь большой проблемой во время реабилитации является мотивация человека. Вариант с обучением жестовому языку – очень хорошее подспорье в решении проблемы.

Классификация букв Русского жестового языка (далее РЖЯ) по степени сложности демонстрации

Для создания программы управления робототехническим комплексом следует

разбить дактиль (рис. 1) на группы по степени сложности демонстрации разрабатываемым объектом.

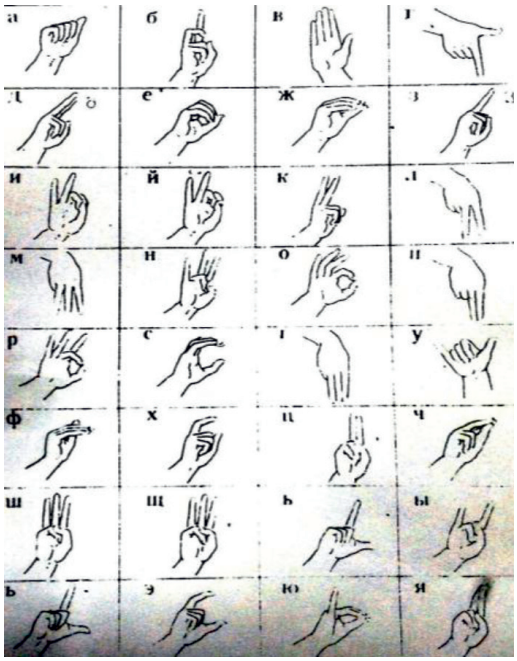


Рис. 1. Русская пальцевая азбука

Согласно Гейльману [2], основные группы дактиля в РЖЯ определены следующим образом:

1) А Е С В
2) О Р Н Ш Щ
3) К И Й У
4) З Д Ц Я Б
5) Г П Л М Т
6) Ч Ж Ф Ю
7) Х Э Ь Ъ Ы

Для классификации выбраны параметры, по которым определяется сложность демонстрации буквы.

Обозначено количество степеней свободы на каждом суставе кисти (рис. 3). Определено, в каком направлении может двигаться сустав (рис. 2). В дальнейшем от количества степеней свободы будет зависеть количество задействованных сервоприводов (или других приводящих элементов – актуаторов) робототехнического комплекса. Чем больше актуаторов работает одновременно, тем сложнее такой жест в управлении. Актуаторы можно условно можно разделить на «основные» и «боковые». «Основные» отвечают за сгибание и разгибание суставов, а «боковые» – за отклонение пальца влево/вправо от центрального положения (рис. 2). Также рассмотрены аппаратные ограничения выбранных нами актуаторов [3].

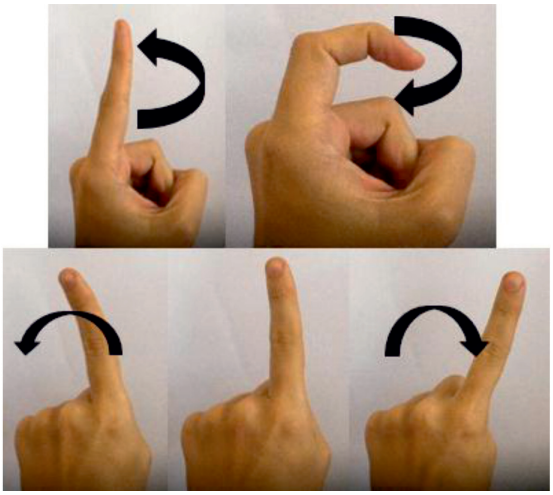


Рис. 2. Демонстрация возможного движения суставов пальца

Каждая буква проанализирована на величину задействованных суставов [4].

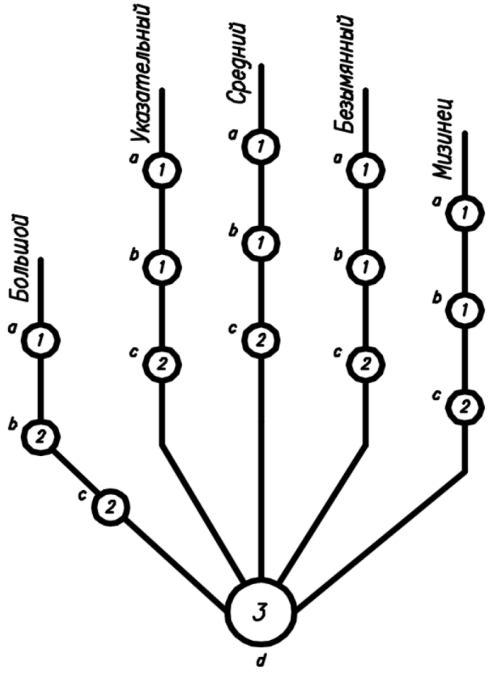


Рис. 3. Схема кисти со степенями свободы

Форма описания букв

Буква; Количество задействованных степеней свободы (количество степеней свободы каждого сустава суммируется); [Наименование пальца. Наименования задействованных суставов]

Бол. – Большой; У. – Указательный; С. – Средний; Без. – Безымянный; М. – Мизинец.

К примеру: У.abc – сгиб указательного пальца во всех трех суставах полностью;

$\frac{C.abc}{2}$ – сгиб среднего пальца во всех трех суставах наполовину. d – сгиб самой кисти.

Следуя этой форме, опишем все дактилемы русского алфавита:

А; 21; [Бол.abc; У.abc; С.abc; Без.abc; М.abc]

Б; 15; [Бол.abc; С.ab; Без.abc; М.abc]

В; 0;

Г; 15; [С.abc; Без.abc; М.abc; d]

Д; 16; [Бол.abc; Без.abc; М.abc; d]

Е; 21; [$\frac{\text{Бол.}abc}{2}$; $\frac{\text{У.}abc}{2}$; $\frac{\text{С.}abc}{2}$; $\frac{\text{Без.}abc}{2}$; $\frac{\text{М.}abc}{2}$]

Е; 24; [$\frac{\text{Бол.}abc}{2}$; $\frac{\text{У.}abc}{2}$; $\frac{\text{С.}abc}{2}$; $\frac{\text{Без.}abc}{2}$; $\frac{\text{М.}abc}{2}$]; d]

Ж; 10; [Бол.c; У.c; С.c; Без.c; М.c]

З; 20; [Бол.abc; С.abc; Без.abc; М.abc; d]

И; 14; [Бол.abc; У.abc; С.abc]

Й; 17; [Бол.abc; У.abc; С.abc; d]

К; 16; [Бол.abc; Без.abc; М.abc; d]

Л; 16; [Бол.abc; Без.abc; М.abc; d – в другую сторону]

М; 9; [Бол.abc; М.abc; d]

Н; 9; [Бол.abc; Без.abc]

О; 9; [Бол.abc; У.abc]

П; 16; [Бол.abc; Без.abc; М.abc; d]

Р; 9; [Бол.abc; С.abc]

С; 11; [$\frac{\text{Бол.}ac}{2}$; $\frac{\text{У.}ab}{2}$; $\frac{\text{С.}ab}{2}$; $\frac{\text{Без.}ab}{2}$; $\frac{\text{М.}ab}{2}$]

Т; 12; [Бол.abc; М.abc; d]

У; 12; [У.abc; С.abc; Без.abc]

Ф; 8; [У.c; С.c; Без.c; М.c]

Х; 19; [Бол.abc; $\frac{\text{У.}ab}{2}$; С.abc; Без.abc; М.abc]

Ц; 13; [Бол.abc; Без.abc; М.abc] + движение руки

Ч; 14; [Бол.c; У.c; С.c; Без.abc; М.abc]

Ш; 9; [Бол.abc; М.abc]

Щ; 9; [Бол.abc; М.abc] + движение руки

Ъ; 12; [С.abc; Без.abc; М.abc] + движение руки в сторону

Ы; 13; [Бол.abc; С.abc; Без.abc]

Ь; 12; [С.abc; Без.abc; М.abc] + движение руки в сторону противоположную букве Ъ.

Э; 13; [У.a; С.abc; Без.abc; М.abc]

Ю; 8; [Бол.c; У.c; С.c; Без.c]

Я; 14+2; [Бол.abc; Без.abc; М.abc + У.c (перекрестие с С.)]

Таким образом, после анализа полученных форм и добавления к ним особенностей работы разрабатываемого робототехнического комплекса группы букв были сгруппированы по аналогии с разделением в РЖЯ. Учтена разница в использовании «основных» и «боковых» сервоприводов. Если сустав в узле **с** (рис. 3) задействован не только на сгиб, но и на отклонение в сторону, сложность заметно возрастает. «Основными» актуаторами проще управлять, это и влияет на классификацию дактиля далее. Другими словами, «боковые» актуаторы имеют более высокий коэффициент сложности, чем «основные».

Так, например, для буквы **А** необходимо только согнуть все пальцы в нижних суставах (верхние согнутся вслед за ними, без приводящих элементов). А уже для буквы **Б** необходимо согнуть средний сустав среднего пальца и вторым актуатором не давать согнуться нижнему суставу. К тому же указательный палец необходимо будет прижать к среднему «боковым» актуатором.

Формы, приведенные выше, – это основа для управления и программирования робототехнического комплекса. Чтобы вычислить сложность дактиля, коэффициент «основных» сервоприводов приняли за 1, а «боковых» – за 1,5.

1) А Е С В – легкая в исполнении группа; задействует все «основные» приводы устройства.

2) О Р Н Ш Щ – легкая в исполнении группа; задействует часть «основных» приводов устройства (немного сложнее первой группы, поскольку некоторые из актуаторов работают на удержание пальцев в одном положении (т.е. работают в обратном направлении)).

3) К И Й У – средняя в исполнении группа; имеется движение рукой (сложность возрастает из-за необходимости использования движения кисти целиком, что может быть не предусмотрено разрабатываемым устройством.)

4) З Д Ц Я Б – самая сложная в исполнении группа; характерно нетипичное движение пальцев (комбинация работы «основных» и «боковых» актуаторов, а также движения кистью целиком).

5) Г П Л М Т – средняя в исполнении группа (вся кисть находится в согнутом положении).

6) Ч Ж Ф Ю – сложная в исполнении группа.

7) Х Э Ь Ъ Ы – средняя/сложная в исполнении группа (некоторые буквы требуют работы кисти целиком).

Если распределить группы не по Гейльману [2], а по степени сложности от самой легкой до самой сложной, получим: (1, 2, 3, 5, 7, 6, 4). Реализовывать возможность демонстрации этих букв робототехническим комплексом следует, начиная с 1-й группы.

Описанная классификация дактилем является основой для проектирования базы данных и программного обеспечения по управлению робототехническими системами, а также управлению виртуальными 3d-моделями антропоморфных рук. Част-

ным применением исследования является использование классификации при создании прототипа программно-аппаратного комплекса антропоморфной роботизированной кисти для коммуникативного взаимодействия с использованием русской дактильной азбуки.

Проектирование базы данных

На основании текстового описания конфигураций пальцев проектируем базу данных. Используем латинские слова и сокращения.

Id – порядковый номер записи, Letter – буква дактиля, Sum – количество задействованных степеней свободы, далее – атрибуты по каждой фаланге пальцев, где Thumb (T) – большой, Pointer (P) – указательный, Middle (M) – средний, Ring (R) – безымянный, Little (L) – мизинец, D – сгиб самой кисти, Add – дополнительные параметры. A, b и c – узлы в соответствии с рис. 3. Данные для дактилем «А», «Б», «В» и «С» как пример заполнения в базе представлены в таблице.

Проектирование программного обеспечения

Для воспроизведения жестов необходимо использовать антропоморфный робототехнический комплекс типа «робо-рука» или экзоскелет, состоящий из предплечья и кисти. Кисть, в свою очередь, состоит из ладони и пальцев, в каждой из которых по три фаланги. Фаланги имеют по одной степени свободы, кисть обладает возможностью изгиба в запястье.

Ознакомившись с исследованиями функциональных параметров различных актуаторов [5], авторы пришли к выводу, что в качестве механизмов движений в подобных робототехнических системах могут быть использованы такие различные виды актуаторов, как сервоприводы, шаговые двигатели и т.д. Для каждой фаланги используем один актуатор.

Для реализации конфигураций функционала демонстрации дактилем необходимо определить для актуаторов минимальные, средние и максимальные положения. При выставлении минимальных положений для всех трех фаланг палец будет находиться в открытом состоянии. Минимальным значением считаем 0^o, средним – 45^o, а максимальным – 90^o. На рис. 4 представлен общий алгоритм работы программного обеспечения. Рассмотрим каждый его этап.

1. Прием буквы в виде текстовой строки

Программа может принимать лишь одно значение на вход. Для демонстрации дактилемы отводится до 2 секунд. В течение данного промежутка времени прием данных отключен или же принятые данные встают в очередь на обработку. Используемая функция – sendLetter().

2. Определение необходимых конфигураций

По принятому в п. 1 значению буквы идет обращение к базе данных. Используемая функция – getParamsByLetter(). Производится поиск значения по столбцу Letter. Если значение не найдено, обработка завершается. Если значение найдено, то функция возвращает массив параметров для обработки. Параметры интерпретируются в угловые значения, например 1 = 90.

Пример заполнения таблицы БД

Id	Letter	Sum	T_a	T_b	T_c	P_a	P_b	P_c	M_a	M_b	M_c	R_a	R_b	R_c	L_a	L_b	L_c	D	Add
1	А	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
2	Б	15	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
3	В	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
…																			
19	С	11	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0

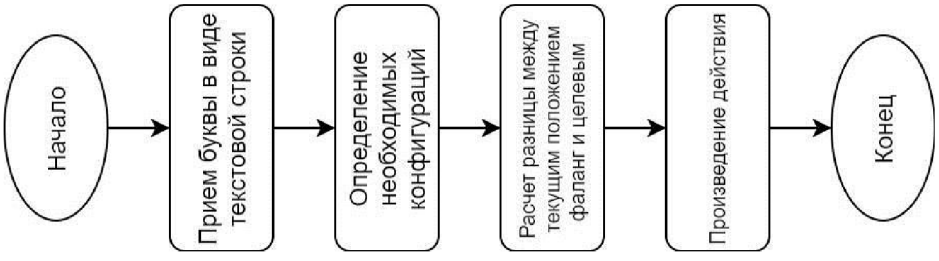


Рис. 4. Общий алгоритм работы ПО

3. Определение разницы между положением фаланг текущим и целевым

Происходит считывание текущих положений валов актуаторов. Используемая функция – getCurrentPositions(). Производится расчет разницы валов состояния текущего и целевого. Целевыми параметрами считаем значения ответа по функции getParamsByLetter().

4. Произведение действия

По окончании расчета разницы вызывается функция setPositions(), которая на вход получает необходимые углы для применения к каждому актуатору. Функция приводит в действие механизмы движений, тем самым происходит демонстрация дактилемы.

Заключение

Одной из самых сложных частей антропоморфного робота является кисть. Кроме таких основных функций, как захват и перемещение объектов, кисть обладает коммуникативными свойствами. Эти свойства проявляются в виде демонстрации жестов. Жесты в РЖЯ состоят из базовых конфигураций, которые воспроизводятся в буквах дактильного алфавита. Формализация дактильного алфавита является сложной задачей, так как каждая дактилема имеет множество параметров [6].

В данном исследовании предложены классификация дактилем по степени сложности исполнения, а также их формализованное описание, спроектированы прототип базы данных и алгоритм программы по демонстрации жестов. Данный задел может быть применен как в робототехнических системах, таких как экзоскелет или робот-сурдопереводчик, так и в виртуальных моделях, использующих антропоморфные принципы построения рук.

Список литературы

1. Пугачев А.С., Коваленко И.А. Применение биологической обратной связи в биомедицине // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сборник научных статей / Научный редактор Д.В. Фурсова. М.: Изд-во «Перо», 2018. С. 100–102.

2. Гейльман И.Ф. Дактилология: учебное пособие. Л.: ЛВЦ ВОГ, 1981. 88 с.

3. Рассудов Л.Н. Учет аппаратных ограничений при построении систем управления сервопривода // Электричество. 2020. № 7. С. 57–64. DOI 10.24160/0013-5380-2020-7-57-64.

4. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики (часть первая). М.: Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1972. 468 с.

5. Мерецкая Е.Р., Чернышев А.В. Расчетно-теоретическое исследование и определение функциональных параметров актуатора пневмомеханического устройства // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства: материалы 8-й международной научно-технической конференции (г. Омск, 26 февраля-02 марта 2018 г.). Омск: Омский государственный технический университет, 2018. С. 97–98.

6. Купреев К.М. Семантика русского жестового языка // Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2018): труды III международной конференции (г. Москва, 29-30 ноября 2018 г.). М.: Московский государственный гуманитарно-экономический университет, 2018. С. 247–254.

УДК 004.94:631.311

ОБЗОР МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ПОЧВЕННЫХ СРЕД

Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Нагайцев В.М., Чернышов В.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: miklynea@yandex.ru

Приводится классификация методов исследования процесса взаимодействия почвенных сред с рабочими органами различных почвообрабатывающих машин. Методы разделены на две группы: математическое моделирование и экспериментальные исследования. Более подробно рассмотрены математические методы исследования почвенных взаимодействий численными методами, которые открывают новые возможности по сравнению с эмпирическими и аналитическими подходами. Дается классификация численных методов, включающая: метод конечных элементов FEM (Finite Element Method); вычислительную гидродинамику CFD (Computational Fluid Dynamics); метод дискретных элементов DEM (Discrete Element Method); динамику сглаженных частиц SPH (Smooth Particle Hydrodynamics). Приводятся примеры наиболее распространенного программного обеспечения, в котором реализованы данные методы. Дается анализ применимости численных методов для решения практических задач по моделированию взаимодействия почвенных сред с рабочими органами почвообрабатывающих машин. Анализ существующих исследований показал, что наиболее подходящими являются DEM-методы. Их применение позволяет не только оценить силовые параметры процесса обработки почвы, но и исследовать комплекс качественных параметров, без которых результаты моделирования будут неполными. Проведенная в рассмотренных исследованиях экспериментальная проверка результатов моделирования подтверждает их достаточно высокую достоверность.

Ключевые слова: почвенная среда, моделирование, метод конечных элементов, вычислительная гидродинамика, динамика частиц, метод дискретных элементов, почвообрабатывающие рабочие органы

REVIEW OF METHODS FOR MODELING THE INTERACTION TILLAGE TOOLS OF SOIL-PROCESSING MACHINES AND SOIL ENVIRONMENTS

Lysych M.N., Shabanov M.L., Nagaitsev V.M., Chernyshov V.V.

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, e-mail: miklynea@yandex.ru

A classification of methods for studying the process of interaction of soil environments with the tillage tools of soil-cultivating machines. The methods are divided into two groups: mathematical modeling and experimental research. Mathematical methods for studying soil interactions by numerical methods are considered in more detail, which open up new possibilities in comparison with empirical and analytical approaches. A classification of numerical methods is given, including: the finite element method (FEM); computational fluid dynamics (CFD); discrete element method (DEM); smooth particle hydrodynamics (SPH). Examples of the most common software that implement these methods are given. The analysis of the applicability of numerical methods for solving practical problems of modeling the interaction of soil environments with the tillage tools of soil-cultivating machines. Analysis of existing studies has shown that DEM methods are the most suitable. Their application makes it possible to evaluate not only the power parameters of the soil cultivation process, but also to investigate a set of qualitative parameters, without which the simulation results will be incomplete. The experimental verification of the simulation results carried out in the studies considered confirms their rather high reliability.

Keywords: soil environment, modeling, finite element method, computational fluid dynamics, smooth particle hydrodynamics, discrete element method, tillage tools

Для исследования процесса взаимодействия рабочих органов и почвенной среды сейчас используется комплекс различных методов. Среди них можно выделить две группы – математические методы и экспериментальные лабораторные и полевые исследования (рис. 1). Среди математических методов можно также выделить классическую почвенную механику и численные методы. В свою очередь, экспериментальные исследования разделяются на масштабируемые исследования и полномасштабные [1].

Целью исследования является изучение возможностей применения численных методов для моделирования взаимодействия почвенной среды и рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Материалы и методы исследования

Развитие вычислительных мощностей компьютерной техники и систем автоматизированного проектирования позволило достоверно воспроизводить трехмерную геометрию почвообрабатывающих рабочих органов. Это открыло возможности для преодоления недостатков аналитических и эмпирических методов исследования почвенных взаимодействий за счет применения

методов численного моделирования [2]. Основные методы численного моделирования представлены на рис. 2. Среди численных методов можно выделить две большие группы – континуальные и дискретные.

Метод конечных элементов FEM (Finite Element Method) является континуальным методом и заключается в разбиении на конечное количество элементов области, в которой ищется решение дифференциальных уравнений. Наиболее известные программы для расчетов с помощью метода конечных элементов – ANSYS, ABAQUS, NASTRAN, COSMOS/M, LS-DYNA, SOLIDWORKS Simulation.

Вычислительная гидродинамика CFD (Computational Fluid Dynamics) также относится к континуальным методам. Она является подразделом механики сплошных сред, включающим в себя комплекс математических, физических и численных методов, используемых для исследования потоковых процессов. Данный метод реализован в таких программах, как: ANSYS CFX, ANSYS Fluent, FlowVision, Flow Simulation, OpenFOAM.

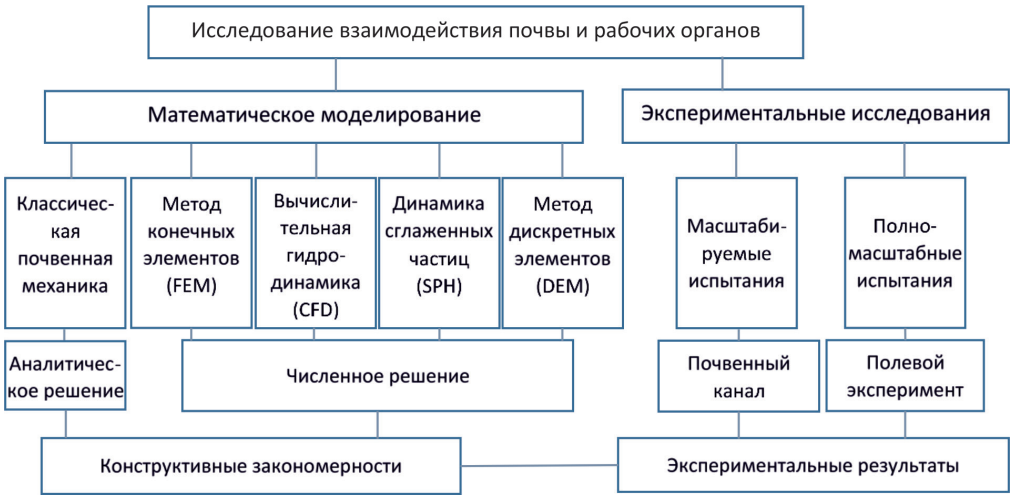


Рис. 1. Различные методы исследования взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин и почвенных сред

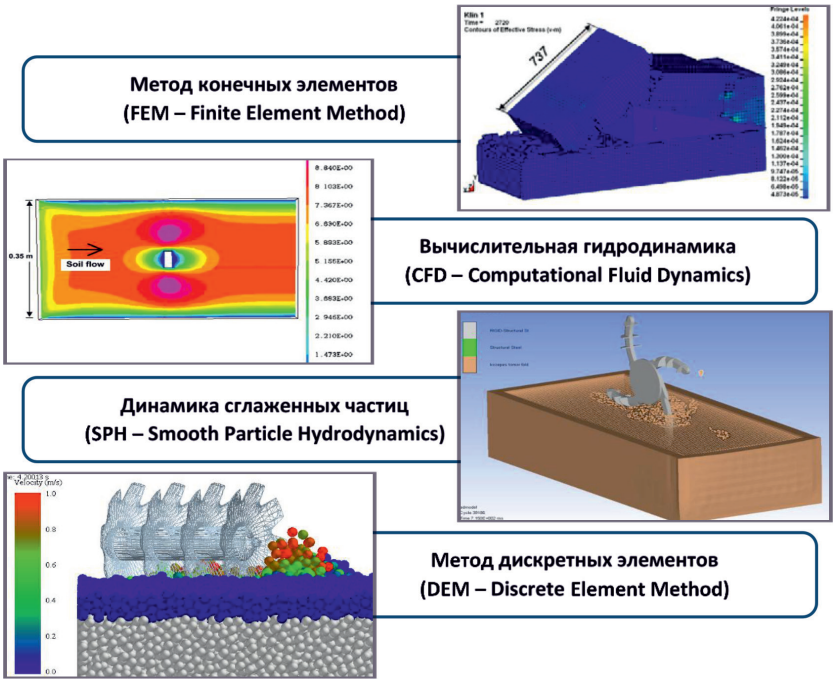


Рис. 2. Применение численных методов для исследования взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин и почвенных сред

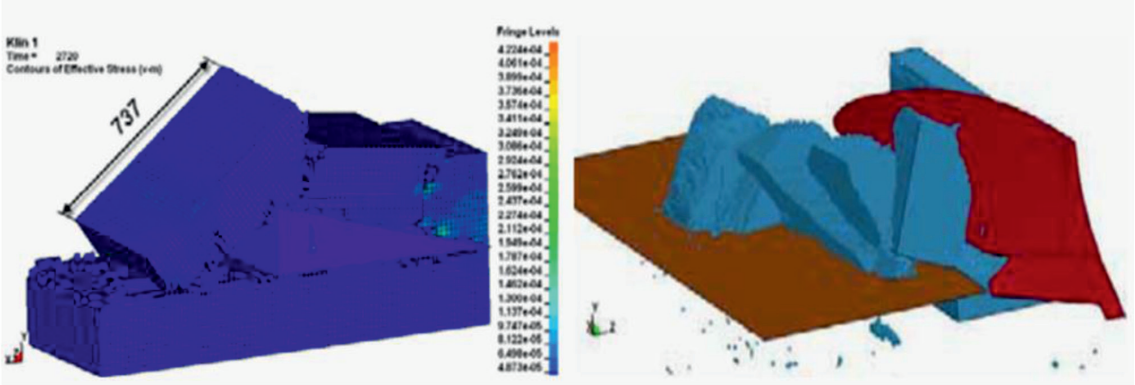


Рис. 3. Моделирование взаимодействия с почвой клина и лемешного плуга методом конечных элементов (FEM)

Хотя имеются преимущества использования континуальных численных методов, предположение о непрерывности почвенной среды далеко не всегда справедливо, так как в процессе обработки происходят разрушение почвенного массива и перемещение образовавшихся агрегатов [2].

Метод дискретных элементов DEM (Discrete Element Method) используется для повышения эффективности процесса моделирования почвенных взаимодействий, что достигается за счет преодоления недостатков непрерывных численных методов. Его применение позволяет описывать не только разрушение и деформацию почвы, но также смещение и примешивание почвенных агрегатов, процессы разуплотнения (уплотнения) почвенной среды и др. Программы, реализующие метод дискретных элементов: EDEM, Rocky DEM, PFC2D and PFC3D, samadii DEM, IVRESS/DIS, Algoryx Momentum Granular, YADE.

Метод динамики частиц (метод молекулярной динамики) обладает схожими возможностями с методом дискретных элементов и заключатся в описании среды как совокупности взаимодействующих частиц (материальных точек или твердых тел). Программы, используемые для расчетов с применением данного метода: AMBER, CHARMM, GROMACS, GROMOS, NAMD [3].

Метод динамики сглаженных частиц SPH (Smooth Particle Hydrodynamics) также используется для моделирования взаимодействия рабочих органов с почвенной средой. В данном методе среда представляется как совокупность дискретных элементов, называемых дискретными частицами. Они имеют пространственное расстояние, называемое длиной сглаживания. Программы, реализующие метод динамики сглаженных частиц: ANSYS Autodyn, Fluids, SPHysics, Pasimodo.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим более подробно исследования по взаимодействию почвенной среды и рабочих органов, выполненные с применением рассмотренных численных методов.

В исследовании [4] приводятся данные об использовании метода дискретных элементов (FEM) для изучения взаимодействия с почвой двугранного клина и лемешно-отвальной поверхности плуга. Моделирование осуществлялось с применением программы LS-DYNA (рис. 3). Для описания поведения почвы была выбрана модель Друкера–Прагера (Drucker–Prager, тип 193). Параметры почвы: плотность 1400 кг/м^3; модуль упругости 17 МПа; коэффициент Пуассона 0,25; угол трения 25 °; угол дилатансии 38 °.

Использованные в исследовании численные модели, описывающие взаимодействие рабочих органов с почвенной средой, могут достаточно успешно применяться для описания процессов почвообработки. Они позволяют оценить напряжения и деформации, возникающие в почвенном пласте, а также характер их распределения. При этом в исследовании не были изучены такие важные силовые характеристики процесса обработки почвы, как тяговое сопротивление и пространственное распределение его компонентов.

В исследовании [5] также применялся метод конечных элементов (FEM). Было выполнено имитационное моделирование процесса обработки почвы лемешным плугом с использованием средств программы

Abaqus (рис. 4). Для имитации почвенной среды была применена эластопластическая модель Мора–Кулона (Mohr–Coulomb) со следующим комплексом параметров: плотность 2000 кг/м^3, коэффициент Пуассона 0,3, модуль Юнга 4,106 Н/мм^2, пластическая деформация 160 Н/мм^2.

На первой стадии исследования была создана лемешно-отвальная поверхность плуга в среде САПР SolidWorks. Далее выполнялся экспорт полученной геометрии в программу Abaqus. Опорная точка устанавливалась на кончике отвала, и в ней определялись три пространственных компонента силы реакции. В процессе эксперимента исследовалось влияние угла установки лемеха к стенке борозды и угла установки лемеха к дну борозды на тяговое сопротивление, боковую и вертикальную силы.

Анализ полученных в результате виртуального эксперимента силовых характеристик и их сравнение с данными других исследований позволили подтвердить их достаточно высокую достоверность. При этом на приведенных рисунках видно, что форма поперечного профиля борозды не соответствует получаемой в действительности, а это делает невозможной оценку множества важных характеристик процесса обработки почвы.

В исследованиях [6] был применен метод вычислительной гидродинамики (CFD) для исследования параметров взаимодействия культиваторной стрельчатой лапы с почвой. Для создания имитационной модели использовалась программа ANSYS CFX (рис. 5). Почва моделировалась с применением пластической модели Бингхема (Bingham plastic).

Для проверки данных, полученных в результате моделирования, проводилось сравнение с экспериментальными испытаниями аналогичных стрельчатых лап. При виртуальном моделировании контролировались следующие параметры: давление в различных точках стрельчатой лапы, ширина и глубина обработки, продольная и вертикальная составляющие тягового сопротивления. Определение свойств виртуальной почвы проводилось простым перебором параметров до получения сил сопротивления, схожих с силами, полученными экспериментальным путем.

В результате сравнения данных моделирования с экспериментальными данными было установлено, что продольная составляющая тягового сопротивления, полученная в процессе моделирования, имела значительные ошибки. В проведенной серии пять экспериментов имели расхождение с экспериментальными данными менее 100 %, а один – более 200 %. Также в одном эксперименте наблюдалось снижение тягового сопротивления с ростом ширины захвата стрельчатой лапы, что противоречит существующим данным.

Вертикальная составляющая тягового сопротивления также имела значительные расхождения с экспериментальными данными. Только в двух экспериментах расхождения составили менее 100 %, при этом в трех расхождения были более 200 %. Отклонения от экспериментальных данных в положительную и отрицательную сторону возникали с равной вероятностью.

В исследованиях [7] также был использован метод вычислительной гидродинамики (CFD). Выполнялось моделирование взаимодействия лемешного плуга с почвенной средой. Виртуальный эксперимент реализовывался в программном обеспечении FlowVision (рис. 6). При моделировании в качестве математической модели использовалась модель «Свободная поверхность».

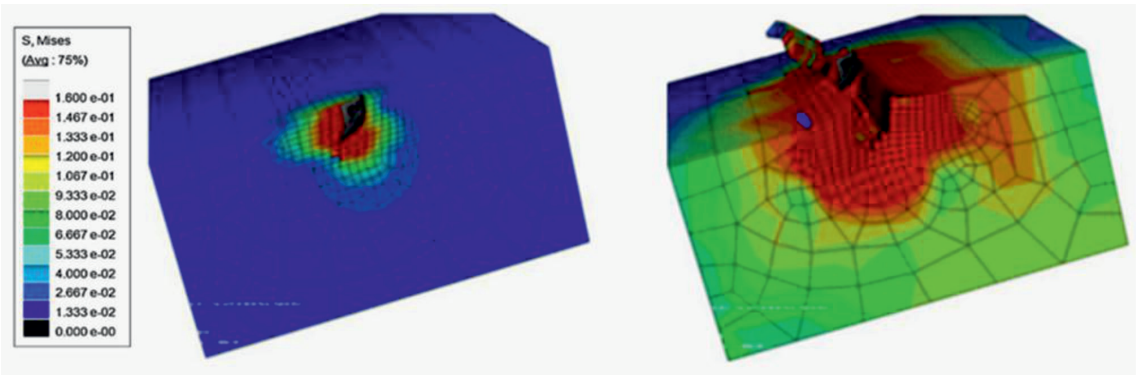


Рис. 4. Моделирование взаимодействия с почвой лемешного плуга методом конечных элементов (FEM)

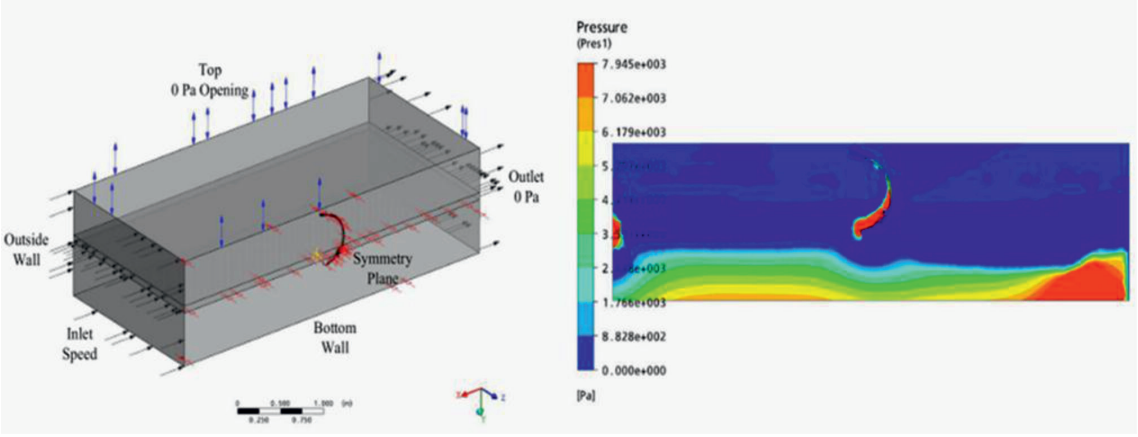


Рис. 5. Моделирование взаимодействия с почвой стрельчатой лапы методом вычислительной гидродинамики (CFD)

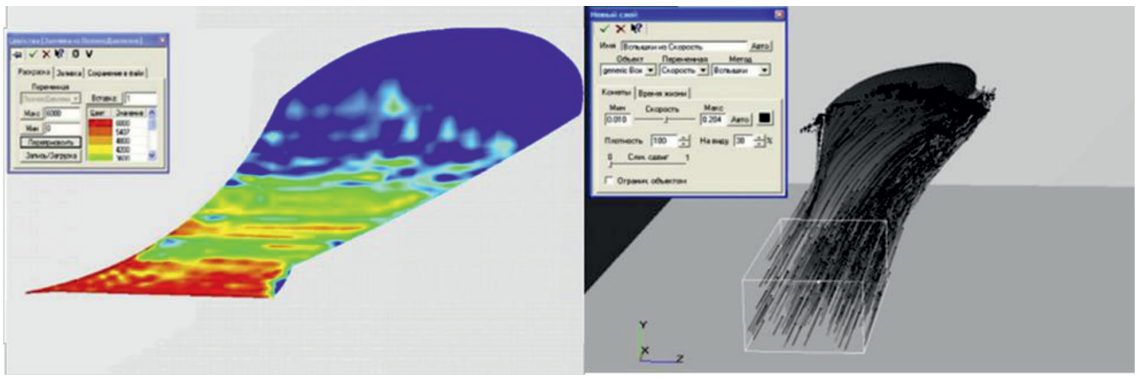


Рис. 6. Моделирование взаимодействия с почвой лемешного плуга методом вычислительной гидродинамики (CFD)

По результатам виртуальных экспериментов установлено, что закономерности взаимодействия корпуса плуга с почвенной средой в зависимости от ее плотности не противоречат значениям, полученным экспериментальным путем. Это позволило задавать плотность среды при моделировании, равной плотности реальных почв.

Наименьшие различия данных тягового сопротивления, полученных при моделировании и экспериментальным путем в почвенном канале, были при вязкости среды в пределах 1000–1300 Па·с и влажности реальной почвы 16–25 %, составляя не более 5 %. Скорость обработки также значительно влияла на компоненты тягового сопротивления корпуса плуга.

Таким образом, с применением методов вычислительной гидродинамики, описывающих почву как сплошную деформируемую среду, можно эффективно проводить силовой анализ рабочих органов почвообрабатывающих машин. При этом выполнить оценку комплекса качественных параметров обработки почвы (например, формы поперечного профиля, степени разрыхления или уплотнения почвы, характера перемешивания почвенных слоев и др.) с применением данного метода крайне сложно.

В исследовании [8] изучался процесс взаимодействия почвенной среды и различных почвообрабатывающих рабочих органов (стрельчатой лапы и ротационного рыхлителя) с применением метода динамики сглаженных частиц (SPH). Виртуальное моделирование осуществлялось в среде программы ANSYS AUTODYN (рис. 7). Взаимодействие рабочих органов с почвенной средой производилось с применением модифицированной модели Друкера–Прагера (modified Drucker–Prager model).

Данные тягового сопротивления, полученные в результате виртуального моделирования, сравнивались с определенными аналитическим методом данными испытаний в почвенном канале и результата-

ми исследований, выполненных методом дискретных элементов. Результаты SPH-моделирования имели на 5–10% меньшую точность, чем данные, полученные при DEM-моделировании, но при этом потребовалось значительно меньшее количество вычислительных ресурсов и времени. Тем не менее, по мнению авторов, применение SPH-методов всегда более трудоемко относительно экспериментальных методов. Для устранения данного недостатка потребуется более точная отладка модели взаимодействия.

В исследовании [9] данные по обработке почвы, полученные с использованием FEM-моделирования (рис. 8, *а*), а также путем экспериментальных исследований (рис. 8, *б*), были проверены с применением DEM-методов (рис. 8, *в*), реализованных в программном обеспечении EDEM.

При DEM-моделировании использовалась модель линейной когезии с пружиной с гистерезисом. В исследовании генерировались различные по размерам частицы общим количеством не более 250 000 шт. Наименьший диаметр частицы составлял 3 мм. Полученный в итоге почвенный пласт содержал 221 313 частиц. Применение частиц различных размеров обеспечило достижение достоверной объемной плотности грунта.

При сравнительной визуальной оценке процесса взаимодействия клина с почвенной средой было установлено, что в процессе DEM-моделирования отсутствовало образование трещин, хорошо видное на фотографиях, полученных при испытании аналогичного клина в почвенном канале со стеклянной стенкой. Данный факт объясняется тем, что при DEM-моделировании были использованы дискретные частицы значительно большего размера, чем частицы в почвенном канале. Поэтому, если трещины и образовывались, то были не видны из-за того, что их размер был меньше размера дискретных частиц.

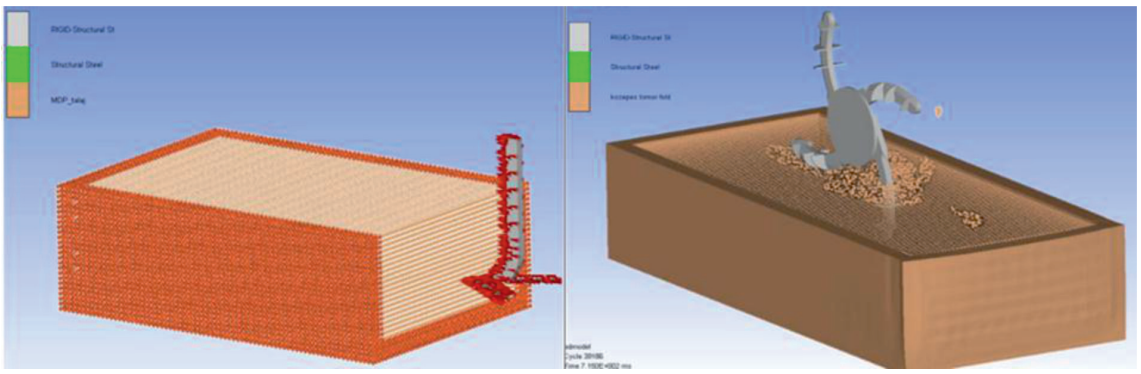


Рис. 7. Моделирование взаимодействия стрельчатой лапы и ротационного рыхлителя с почвой методом динамики сглаженных частиц (SPH)

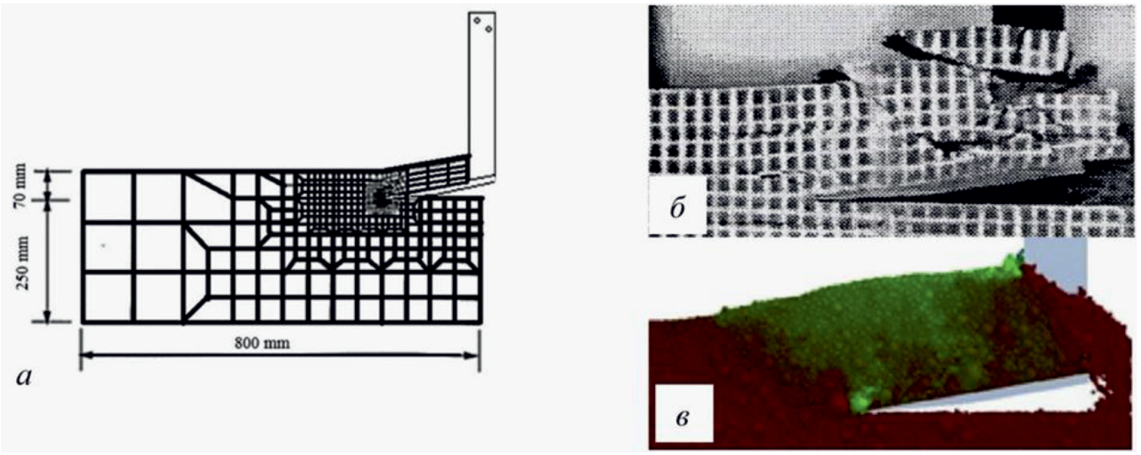


Рис. 8. Моделирование взаимодействия с почвой клина: а – методом конечных элементов (FEM); б – в процессе лабораторных исследований; в – методом дискретных элементов (DEM)

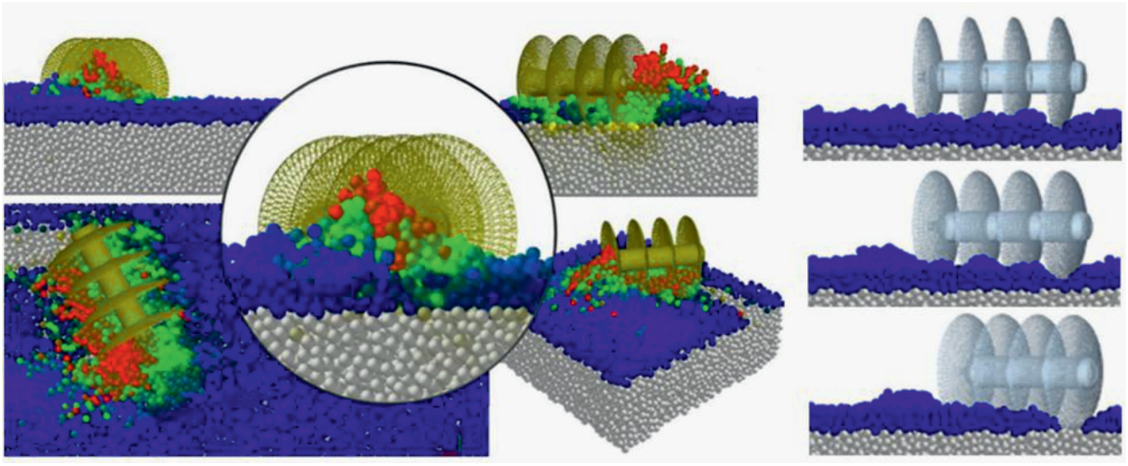


Рис. 9. Моделирование взаимодействия секции дискового культиватора с почвой методом дискретных элементов (DEM)

Результаты данного исследования показали, что наиболее достоверные значения тягового сопротивления и вертикальной силы были получены с использованием метода дискретных элементов. Возникшие различия с экспериментальными данными объясняются большим размером частиц, используемых в DEM-моделировании. По мнению авторов, для улучшения точности результатов в будущих исследованиях необходимо сосредоточиться на создании почвенной среды, более близкой по структурному составу к реальным почвам. Следует не только использовать частицы, близкие по размерам к реальным, но и применить частицы с формой, отличной от сферической, которая представляет собой различные комбинации базовых частиц.

В исследовании [10] была разработана математическая имитационная модель, построенная с применением метода дискретных элементов (DEM) (рис. 9). Использование модели дает возможность выполнять комплексные исследования различных рабочих органов почвообрабатывающих машин. В процессе моделирования оценивалось влияние пространственной геометрии почвообрабатывающих рабочих органов, основных технологических параметров рабочего процесса и характеристик почвы на показатели смещения почвы, самоустановки рабочих органов, силовых нагрузок на них, показатели качества рыхления и пространственное распределение показателей. В общей сложности возможно оценить 22 показателя.

В работе исследуется один тип рабочего органа – дисковая культиваторная батарея. Оценка адекватности результатов, полученных в процессе моделирования, проводилась путем их сравнения с данными лабораторных исследований. Для этого использовались динамометрическая установка для пространственного тензометрирования и полноразмерная дисковая батарея с геометрическими параметрами, полностью идентичными параметрам 3d-модели, использованной в процессе моделирования. Сравнение производилось по трем компонентам вектора тягового сопротивления. Полученные данные подтвердили схожесть результатов моделирования и данных, полученных в процессе лабораторного эксперимента. Максимальные различия не превышали 22,2 %.

Таким образом, описанные в исследовании математическая модель и программные средства ее реализации дают возможность выполнять комплексную оценку 22 количественных и качественных показателей обработки почвы, а также получать некоторые показатели, оцениваемые ранее лишь на основании данных натурных экспериментов.

Заключение

Анализ существующих исследований в области изучения взаимодействия почвообрабатывающих рабочих органов и почвенных сред показал, что сейчас с разной степенью успешности используется целый ряд численных методов для изучения силовых и технологических характеристик процесса обработки почвы.

FEM-методы могут эффективно применяться для исследования силовых характеристик процесса обработки связных почв. CFD-методы также могут быть использованы для изучения силовых характеристик

процесса обработки почв, однако при их применении сложно оценивать качественные показатели обработки почвы. Анализ существующих исследований показал, что на данный момент для разностороннего изучения взаимодействия рабочих органов с почвенными средами наиболее подходящими являются DEM-методы. Их применение позволяет не только оценить силовые параметры процесса обработки почвы, но и исследовать комплекс качественных параметров, без которых результаты моделирования будут неполными. Проведенная экспериментальная проверка результатов моделирования подтверждает их достаточно высокую достоверность.

Список литературы

1. Lysych M.N. Review of numerical methods for modeling the interaction of soil environments with the tools of soil tillage machines. Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1399. P. 1–9.

2. Asaf Z., Rubinstein D., Shmulevich I. Determination of discrete element model parameters required for soil tillage. Soil Tillage Res. 2007. Vol. 92. P. 227–242.

3. Блехман И.И. Теория вибрационных процессов и устройств. СПб.: Руда и металлы, 2013. 639 с.

4. Ovsyanko V., Petrovsky A. The computer modeling of interaction between share-moulboard surface of plough and soil. journal of research and applications in agricultural engineering. 2014. Vol. 59. P. 100–103.

5. Bentaher H., Ibrahmi A., Hamza E., Hbaieb M., Kantchev G., Maalej A., Arnold W. Finite element simulation of moldboard-soil interaction. Soil and Tillage Research. 2013. Vol. 134. P. 11–16.

6. Barker M.E. Predicting loads on ground engaging tillage tools using computational fluid dynamics. Digital Repository, Iowa State University. 2008. P. 195.

7. Mudarisov S.G., Gabitov I.I., Lobachevsky Y.P., Mazitov N.K., Rakhimov R.S., Khamaletdinov R.R., Rakhimov I.R., Farkhutdinov I.M., Mukhametdinov A.M., Gareev R.T. Modeling the technological process of tillage. Soil and Tillage Research. 2019. Vol. April (190). P. 70–77.

8. Urbán M., Kotrocz K., Kerényi G. Investigation of the soil – tool interaction by SPH (Smooth Particle Hydrodynamics) based simulation. American Transaction on Engineering & Applied Sciences. 2002. P. 1–6.

9. Ucgul M., Saunders C., Fielke J.M. Comparison of the discrete element and finite element methods to model the interaction of soil and tool cutting edge. Biosystems Engineering. 2018. Vol. 169. P. 199–208.

10. Lysych M.N. Computer simulation of the process soil treatment by tillage tools of soil processing machines. Computer Research and Modeling. 2020. Vol. 3 (12). P. 607–627.

УДК 681.537

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКОМ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ВЫНУЖДЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

[1]Полищук В.И., [1]Шувалова А.А., [2]Панкратов А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, e-mail: polischuk_vi@mail.ru;

[2]АО «Системный оператор Единой энергетической системы», Томск, e-mail: pankratovav@kuzb.so-ups.ru

Согласно нормативным документам АО «СО ЕЭС», вынужденный режим (нагрузка выше номинальных значений, но ниже аварийного предела) является допустимым, но при этом он должен быть кратковременным. Введение перетоков активной мощности в допустимые пределы возлагается на диспетчерскую службу. Как правило, диспетчер в качестве управляющего воздействия выдает команды либо на ограничение потребителей, либо на отключение части потребителей, что влечет за собой экономические издержки. В то же время в ряде научных работ доказано, что на основе данных о статических характеристиках нагрузки возможно снизить переток активной мощности до 7% путем воздействия на уровень напряжения, что в большинстве случаев позволяет избежать отключения потребителей электроэнергии. В данной работе приведены исследования по созданию интеллектуальной автоматизированной системы управления перетоком активной мощности в вынужденном режиме работы линии электропередач, использующей данные статической характеристики нагрузки. В результате установлено, что синтезированная система управления перетоком активной мощности в вынужденном режиме работы линии на основе данных статических характеристик нагрузки работает логически верно. Снижение уровня перетока в зависимости от регулирующего эффекта нагрузки может достигать 7%.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, нечеткая логика, вынужденный режим энергосистемы, автоматизированное регулирование напряжения под нагрузкой, пропускная способность линии электропередач

INTELLIGENT AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF ACTIVE POWER FLOW CONTROL BY POWER LINES IN FORCED OPERATION MODE

[1]Polishchuk V.I., [1]Shuvalova A.A., [2]Pankratov A.V.

[1]Federal Budget Educational Institution of Higher Education Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, e-mail: polischuk_vi@mail.ru;

[2]«System Operator of the United Power System», Joint-stock Company, Tomsk, e-mail: pankratovav@kuzb.so-ups.ru

According to joint-stock company standards «SO UPS», JSC, a mode of loading above face value, but below alarm levels, let us assume, but it should be in short term. Introduction of overflows of active power in a permissible limit is assigned to dispatching service. The dispatcher as operating influence gives out teams or on restriction of consumers, or on switching-off of a part of consumers that bears behind itself economic costs. In too time in a number of scientific works probably decrease in an overflow of active power to 7% by influence on a voltage level is proved, that on the basis of data about a loading direct current characteristic, that in most cases allows to avoid switching-off of consumers of the electric power. This paper presents studies on the creation of an intelligent automated system for controlling the flow of active power in a forced mode of operation of a power line using data from the static characteristics of the load. As a result, it was found that the synthesized system for controlling the flow of active power in the forced mode of line operation based on the data of the static characteristics of the load operates logically correctly. The decrease in the level of overflow, depending on the regulating effect of the load, can reach 7%.

Keywords: automated control system, fuzzy logic, forced power system mode, automated voltage regulation under load, transmission line capacity

Несмотря на все возрастающие требования к автоматизации диспетчерского управления, для вынужденного режима работы линии электропередач отсутствуют автоматизированные средства управления, способные быстро вводить переток активной мощности в допустимые пределы. Это связано с отсутствием необходимого арсенала средств управления. Основным средством снижения перегрузки как противоаварийной автоматикой, так и диспетчерской службой являются отключение части потребителей или их ограничение в электроэнергии. В то же время существует целый ряд научных работ, доказывающих возможность снижения перегрузки по линии за счет правильного воздействия на напряжение, основанного на знаниях статических характеристик нагрузок [1–3]. Например, в работе [1] доказано, что при наличии достоверных

данных о статических характеристиках нагрузки (СХН) воздействием на напряжение переток активной мощности можно снизить до 7%. Технически изменять напряжение можно за счет увеличения тока возбуждения на генераторе, подключения блоков статических компенсаторов или за счет изменения коэффициента трансформации с помощью РПН. Автоматизация управления силовыми трансформаторами с РПН в сетях – эффективное средство улучшения качества регулирования и поддержания оптимальных режимов [4].

Цель исследования: разработать программный комплекс для системы АРПН, который в режиме перегрузки линии по активной мощности, используя данные СХН, изменяет уровень напряжения в сторону, воздействующую на снижение перетоков активной мощности.

Материалы и методы исследования

Статические характеристики нагрузки представляют собой отражение свойства изменения параметров режима (таких как активная мощность, реактивная, полная мощность) при медленно изменяющемся напряжении. При этом СХН обладают крайне полезным эффектом, называемым регулирующим эффектом нагрузки, численным отражением которого является коэффициент регулирующего эффекта нагрузки, для активной мощности $k_{рэн} = \Delta P/\Delta U$. Если регулирующий эффект нагрузки близок к нулю, то изменение уровня напряжения не приведет к какому-либо изменению перетока активной мощности. При положительном значении $k_{рэн}$ увеличение напряжения приводит к увеличению перетока активной мощности, а при отрицательном значении – к снижению перетока активной мощности. Соответственно, при отрицательном значении $k_{рэн}$ увеличение уровня напряжения приведет к снижению, а при снижении – к увеличению уровня перетока активной мощности [5–7]. Если раньше СХН определяли методом активного эксперимента и получали характерные для разного времени года и разной нагрузки характеристики, то в настоящее время появился ряд методик и даже готовых программных продуктов, например «Идентификатор СХН», способных методом пассивного эксперимента производить постоянный мониторинг СХН [8, 9]. Выходными данными «Идентификатора СХН» являются коэффициенты полинома характеристики СХН по активной и реактивной мощности, а также значение коэффициента регулирующего эффекта нагрузки, представляющего собой первую производную функции характеристики СХН для измеряемого напряжения.

Автоматизированная система управления перетоком активной мощности в режиме перегрузки (АСУПП) должна состоять из двух основных блоков – блока «Идентификатор СХН» и блока АРПН трансформатора. Поскольку автоматическая выработка управляющего воздействия АСУПП требует учета множества логических условий, при разработке АСУПП за основу был взят математический аппарат нечеткой логики. Основные положения проверялись в программном комплексе математического моделирования Mathlab со встроенным пакетом Fuzzy Logic Tollbox. Выбранный математический аппарат основан на алгоритме Мамдани ввиду того, что на данном алгоритме наглядно представляются все используемые параметры.

Для представления работы АСУПП был выбран энергоучасток, на котором система работает на линии без устройств компенсации реактивной мощности, в случае наличия таких устройств система будет несколько усложнена, но логика ее работы будет той же.

На рис. 1 приведена структура нечеткого регулятора активной мощности в режиме перегрузки. На вход подаются 4 параметра: напряжение, положение отпайки РПН, коэффициент регулирующего эффекта нагрузки (РКН) и активная мощность.

Для каждого параметра определены функции принадлежности (термы), которые создаются экспертом на основе своих знаний: напряжение – «Высокое» (B), «Нормальное» (N), «Низкое» (S); мощность – «Недогруз» (S), «Нормальный» (N), «Режим перегрузки» (B); регулирующий коэффициент нагрузки – «Отрицательный» (N), «Нулевой» (0), «Положительный» (P); положение отпайки РПН – «Крайнее малое» (S), «Рабочее положение» (N), «Крайнее большое» (B).

При этом три нормированных параметра подаются на вход нечеткого регулятора из технических средств измерения, а значение регулирующего коэффициента нагрузки поступает на вход нечеткого регулятора с выхода блока «Идентификатор СХН».

На рис. 2 представлены термы входного параметра «Напряжение», которые представляют собой треугольные функции принадлежности (trimf). В качестве численных значений объекта регулирования приняты данные реального силового трансформатора АТДЦТГН-63000/220/110/10, на исследуемой линии $U_{ном} = 110$ кВ, $U_{ср} = 112$ кВ, $P_{ном} = 35$ МВт.

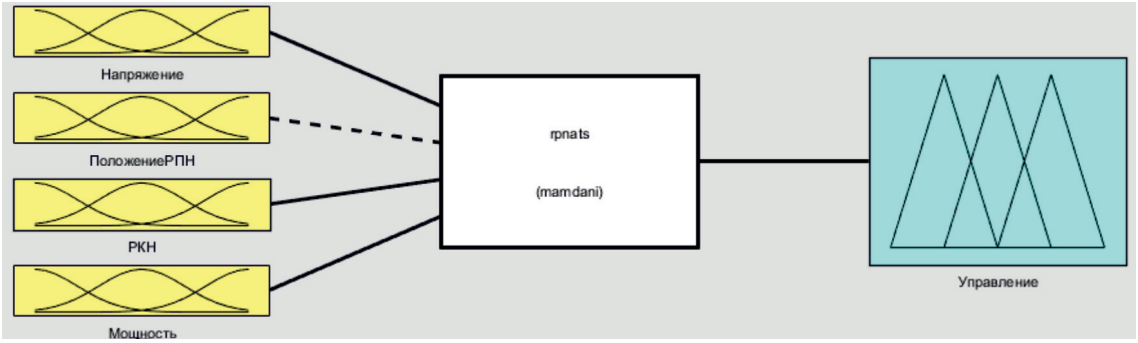


Рис. 1. Структура нечеткого регулятора активной мощности в режиме перегрузки

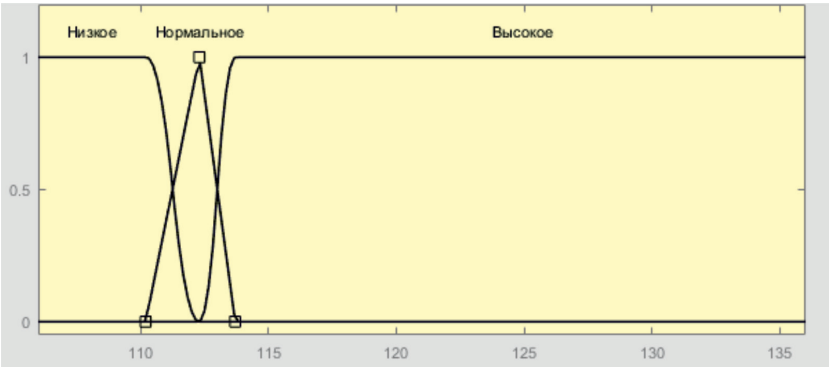


Рис. 2. Термы входного параметра «Напряжение»

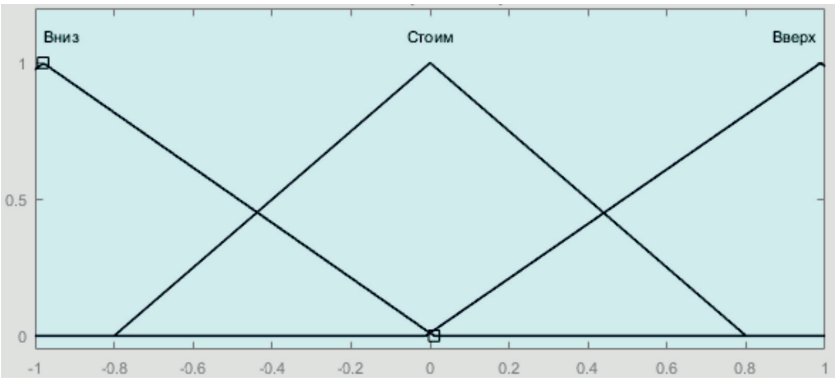


Рис. 3. Термы выходного сигнала

Аналогично созданы термы для всех трех остальных входных параметров, при этом особенностью создания термов для положения РПН является применение трапециевидной функции принадлежности (trapmf) для положений от второго до предпоследнего.

На выходе нечеткого регулятора формируется выходной управляющий сигнал на переключение РПН, для которого также созданы термы, представленные на рис. 3.

Создание лингвистических значений всех параметров дало возможность сформировать логическую взаимосвязь между параметрами и управляющим сигналом на основе базы правил.

База правил формировалась исходя из следующих требований: управляющий сигнал на изменение напряжения в режиме недогрузки вырабатывается на основе данных сравнения имеющегося напряжения и уставки по напряжению, т.е. АРПН поддерживает заданную величину напряжения. В вынужденном режиме управляющий сигнал вырабатывается на основе данных мощности и регулирующего эффекта нагрузки. Изменение напряжения при этом должно приводить к снижению перетока активной мощности. При номинальном значении перетока активной мощности управляющий сигнал на РПН поступать не должен.

База правил представляет собой структурированный текст вида:

Правило 1_ЕСЛИ «Напряжение = Норма (N)» И «Положение отпайки РПН = Крайнее малое (S)» И «РКН = 0» И «Мощность = Недогруз (S)» ТО «Управление = Стоим»

…

…

Правило 45_ ЕСЛИ «Напряжение = Низкое (S)» И «Положение отпайки РПН = Рабочее положение (N)» И «РКН = Положительный (P)» И «Мощность = Перегруз (B)» ТО «Управление вверх»

Созданные правила сведены в таблицу.

База правил

№	U	Положение отпайки	P	Kp	Управление	№	U	Положение отпайки	P	Kp	Управление	№	U	Положение отпайки	P	Kp	Управление
1	N	S	S	–	0 (стоим)	16	N	B	N	–	0 (стоим)	31	N	P	B	0	0 (стоим)
2	B	S	S	–	U↓(вверх)	17	B	B	N	–	0 (стоим)	32	B	P	B	0	0 (стоим)
3	S	S	S	–	0 (стоим)	18	S	B	N	–	U↑ (вниз)	33	S	P	B	0	0 (стоим)
4	N	S	N	–	0 (стоим)	19	N	S	B	N	0 (стоим)	34	N	B	B	0	0 (стоим)
5	B	S	N	–	0 (стоим)	20	B	S	B	N	0 (стоим)	35	B	B	B	0	0 (стоим)
6	S	S	N	–	0 (стоим)	21	S	S	B	N	0 (стоим)	36	S	B	B	0	0 (стоим)
7	N	P	N	–	0 (стоим)	22	N	P	B	N	U↑ (вниз)	37	N	S	B	P	U↓ (вверх)
8	B	P	S	–	U↓ (вверх)	23	B	P	B	N	U↑ (вниз)	38	B	S	B	P	U↓ (вверх)
9	S	P	S	–	U↑ (вниз)	24	S	P	B	N	U↑ (вниз)	39	S	S	B	P	U↓ (вверх)
10	N	P	N	–	0 (стоим)	25	N	B	B	N	U↑ (вниз)	40	N	P	B	P	U↓ (вверх)
11	B	P	N	–	0 (стоим)	26	B	B	B	N	U↑ (вниз)	41	B	P	B	P	U↓ (вверх)
12	S	P	N	–	0 (стоим)	27	S	B	B	N	U↑ (вниз)	42	S	P	B	P	U↓ (вверх)
13	N	B	S	–	0 (стоим)	28	N	S	B	0	0 (стоим)	43	N	B	B	P	U↓ (вверх)
14	B	B	S	–	U↓ (вверх)	29	B	S	B	0	0 (стоим)	44	B	B	B	P	U↓ (вверх)
15	S	B	S	–	U↑ (вниз)	30	S	S	B	0	0 (стоим)	45	S	B	B	P	U↓ (вверх)

Результаты исследования и их обсуждение

Корректность работы нечеткого регулятора первоначально проверялась путем задания характерных режимов. Например, на рис. 4 показан режим работы, при котором напряжение «Низкое» ниже уставки (112 кВ), переток активной мощности «Недогруз» ниже номинала (30 МВт), положение РПН «Рабочее» (12 из 23), поэтому регулирующий коэффициент нагрузки не учитывается и управляющий сигнал «Вниз» (–0,669), что приведет к переключению на одну ступень РПН ниже (11), и напряжение должно повыситься. Следовательно, процесс регулирования ведется исходя из уставки по напряжению.

Результаты других характерных режимов в виде иллюстрации управляющего сигнала приведены на рис. 5, где при режиме: напряжение «Высокое» (121 кВ), положение РПН «Рабочее» (12), коэффициент регулирующего эффекта нагрузки РКН «Отрицательный» (–0,5), мощность «Режим перегрузки» (45 МВт) – управляющий сигнал «Вниз» (–0,669) (рис. 5а). При режиме: напряжение «Высокое» (121 кВ), положение РПН «Рабочее» (12), коэффициент регулирующего эффекта нагрузки РКН «Положительный» (0,45), мощность «Режим перегрузки» (45 МВт) – управляющий сигнал «Вверх» (0,669) (рис. 5б); при режиме: напряжение «Высокое» (121 кВ), положение РПН «Рабочее» (12), коэффициент регулирующего эффекта нагрузки РКН «Положительный» (0,45), мощность «Нормальный» (35 МВт) – управляющий сигнал «Стоим» (–0,0357) (рис. 5в).

Затем система АСУПП была апробирована на математической модели части энергосистемы в программном комплексе Mathlab с тем же трансформатором АТДЦТГН-63000/220/110/10. В вынужденном режиме, при мощности 45 МВт, напряжении 109 кВ, отпайка РПН занимает положение 19, а РКН «Положительный» (0,8), был получен сигнал РПН «Вниз» – дальнейшее увеличение напряжения. Переток активной мощности снизился на 0,8 МВт. После этого автоматически система АСУПП выработала еще 6 переключений с корректировкой коэффициента регулирующего эффекта нагрузки до РПН 12. Напряжение при этом повысилось до 117,6 кВ, переток мощности вошел в значение «Нормальный» (37,1 МВт). Управляющий сигнал не изменял своего значения до тех пор, пока не был снижен переток мощности ниже номинала.

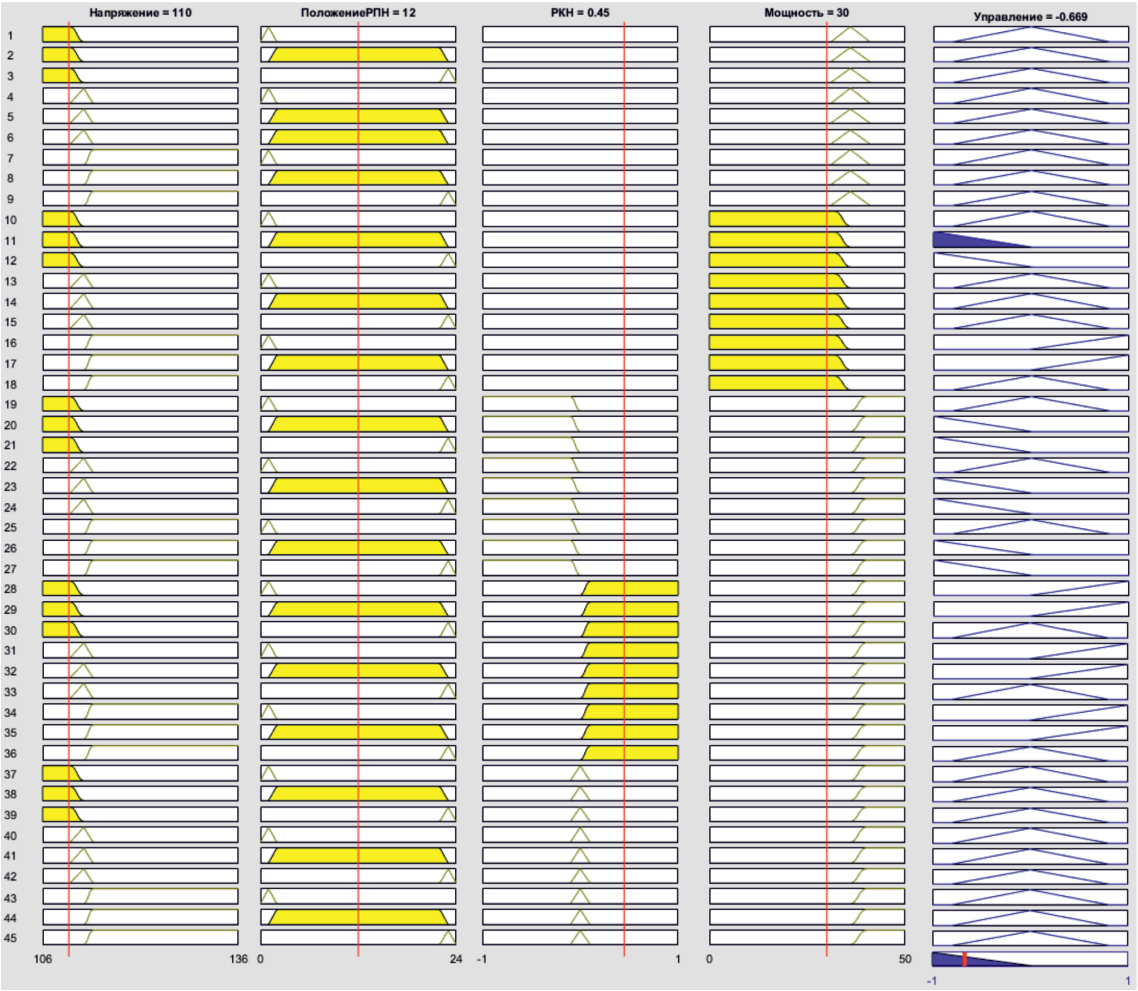


Рис. 4. Работа нечеткого регулятора

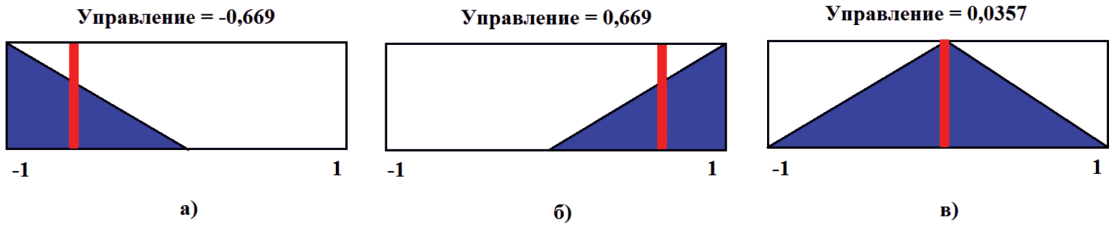


Рис. 5. Иллюстрация сигнала управления для характерных режимов

Выводы

Разработанная система автоматического управления перетоком активной мощности в вынужденном режиме на базе нечеткой логики и пассивного мониторинга статической характеристики нагрузки работает логически верно. Система способна автоматически снижать переток активной мощности до 7% в режиме перегрузки только за счет изменения напряжения с помощью АРПН, что дает возможность более эффективно обеспечивать необходимую пропускную способность линии и показывает целесообразность ее использования.

Список литературы

1. Петров В.В. Разработка методик управления транспортом электроэнергии в пределах заданной пропускной способности сетевых элементов: дис .... канд. техн. наук. Красноярск, 2019. 157 с.

2. Буслов В.В., Чемборисова Н.Ш. Влияние статических характеристик современных видов нагрузки на режимы работы электрических сетей // Вестник Московского энергетического института. 2021. № 2. С. 20–28.

3. Babaei, A., Ziomek, W., Gole, A.M. Transient characteristics of on-load tap changers during change-over operation. Electric Power Systems Research. 2021. Vol. 197. P. 107296. DOI: 10.1016/j.epsr.2021.10729.

4. Савина Н.В., Лабеко В.О. Автоматическое регулирование напряжения силовых трансформаторов и автотрансформаторов, как средство повышение эффективного функционирования электрических сетей // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. 2019. С. 102–05.

5. Нигаматуллин Р.М., Газизова О.В., Малафеев А.В. Исследование влияния регулирующего эффекта нагрузки на уровень напряжения питающей подстанции с учётом мощности короткого замыкания энергосистемы // Электротехнические системы и комплексы. 2020. № 2 (47). С. 19–25.

6. Алябьев В.Н., Перегородина Е.Д. Разработка алгоритма по уменьшению уровня отклонения напряжения в распределительной сети // Энергетическая безопасность: сборник научных статей III Международного конгресса. Курск, 2020. С. 116–120.

7. Петров В.В., Баратова К.В., Полищук В.И. Способ обеспечения допустимого сальдо-перетока мощности в контролируемом сечении // Актуальные вопросы энергетики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Омск, 2020. С. 70–74.

8. Полищук В.И., Панкратов А.В., Кондрашов М.А., Шувалова А.А. Автоматизированная идентификация статических характеристик нагрузки по напряжению «Идентификатор СХН» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021661878, дата регистрации 16.07.2021, Бюл. № 7.

9. Панкратов А.В., Жуйков А.К., Шувалова А.А., Полищук В.И. Определение статических характеристик нагрузки по напряжению по данным пассивного эксперимента с учётом реакции сети // Электротехнические системы и комплексы. 2021. № 2 (51). С. 4–11. DOI: 10.18503/2311-8318-2021-2(51)-4-11.

УДК 517.91:519.6

КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ПО ЗНАКАМ КОМПОНЕНТОВ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ДВУХ ПРОИЗВОДНЫХ

Ромм Я.Е.

Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», Таганрог, e-mail: romm@list.ru

Предложен компьютерно-ориентированный метод анализа устойчивости в смысле Ляпунова решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), который выполняется по сочетаниям знаков числовых значений компонентов решения и их производных. Даны необходимые и достаточные условия устойчивости, а также асимптотической устойчивости в инвариантной форме, выражающие отношения компонентов решения к компонентам начальных значений, изложено их обоснование. Описаны эквивалентные критерии устойчивости и асимптотической устойчивости, представляющие собой интегральное обобщение условий для случаев произвольного сочетания и чередования знаков компонентов решения и производных. Изложены разновидности достаточных условий устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости решений на основе знаков компонентов правой части системы ОДУ и их производных, в том числе в интегральной форме, даны примеры аналитического использования. В целом предложенные критерии позволяют оценивать устойчивость решения по виду компонентов правой части системы и их производных без знания самого решения. В случае компьютерной реализации критериев это не принципиально, поскольку вычисляется приближенное решение системы. Производные правой части априори выражаются аналитически по формулам производной сложной функции, по ходу приближенного решения выполняется подстановка значений решения в выражения производных. Представлена инвариантная программная реализация критериев на основе разностного решения системы ОДУ по методу Эйлера. Даны программные коды и описаны численные эксперименты, которые иллюстрируют особенности результатов работы программ и достоверность предложенных критериев устойчивости.

Ключевые слова: критерии устойчивости по Ляпунову, компьютерный анализ устойчивости, численное моделирование устойчивости на основе метода Эйлера, системы обыкновенных дифференциальных уравнений, знаки решения и его производных

COMPUTER-ORIENTED STABILITY ANALYSIS BASED ON THE SIGNS OF THE SOLUTION COMPONENTS OF THE DIFFERENTIAL SYSTEM AND THEIR TWO DERIVATIVES

Romm Ya.E.

A.P. Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics, Taganrog, e-mail: romm@list.ru

A computer-oriented method for analyzing the stability according to Lyapunov solutions of ordinary differential equations (ODEs) systems is proposed, which is performed by combinations of signs of the numerical values of the solution components and their derivatives. The necessary and sufficient conditions for stability, as well as asymptotic stability in an invariant form, expressing the relations of the solution components to the components of the initial values, are given and their justification is presented. The equivalent criteria of stability and asymptotic stability are described, which are an integral generalization of the conditions for cases of arbitrary combination and alternation of signs of the solution components and derivatives. The varieties of sufficient conditions for stability, asymptotic stability and instability of solutions based on the signs of the components of the right-hand side of the ODE system and their derivatives, including the ones in integral form as well, are described and examples of the analytical use are given. In general, the proposed criteria allow us to assess the stability of the solution by the type of components of the right-hand side of the system and their derivatives without knowing the solution itself. In the case of a computer implementation of the criteria, this is not important, since an approximate solution of the system is calculated. The derivatives of the right-hand side are expressed analytically by the formulas used for the computing the derivative of a complex function. In the course of the approximate solution, the values of the solution are substituted into the expressions of the derivatives. An invariant software implementation of the criteria based on the difference solution of the ODE system by the Euler method is presented. Program codes are given and numerical experiments, which illustrate the features of the results of the programs and the reliability of the proposed stability criteria, are described.

Keywords: Lyapunov stability criteria, computer stability analysis, numerical simulation of stability based on the Euler method, systems of ordinary differential equations, signs of the solution and its derivatives

Постановка вопроса

Математические методы анализа устойчивости в смысле Ляпунова (кратко – устойчивости) решений обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) системно изложены в [1, 2], для класса линейных уравнений – в [3], широко представлены в ряде других классических изданий, их основные применения в теории автоматического управления описаны в [4]. Исследования устойчивости актуальны

во многих областях науки, техники и технологии, их незавершенность можно отметить в двух аспектах. Во-первых, известные методы не предлагают универсального анализа устойчивости для различных классов ОДУ. Во-вторых, эти методы, как правило, дают аналитические критерии, непосредственно не предназначенные для численного моделирования и компьютеризации анализа устойчивости. В то же время компьютеризация важна как инструментальное средство для теоретических исследований, для численного и математического моделирования процессов, требующих оценки устойчивости, для решения задач автоматизации управления. Наиболее общие математические методы анализа устойчивости носят характер теорем существования, тогда как для программирования необходима конструктивная форма алгоритмов. Исследования в аспекте алгоритмизации отражены, в частности, в [5, 6], на основе вычисления функций Ляпунова – в [7, 8], однако эти методы не отличает инвариантность относительно класса ОДУ. В излагаемой работе ставится задача представить методы анализа устойчивости, пригодные для компьютерной реализации. Подход основан на инвариантном преобразовании вектор-функции правой части дифференциальной системы, для выполнения которого априори вычисляются производные компонентов по формулам производных сложных функций. Сочетания комбинаций знаков решения и производных позволяет идентифицировать характер устойчивости. Для обоснования подхода необходимо определить условия, при которых асимптотическое стремление к нулю правой части системы влечет сколь угодно малое отклонение решения от нуля либо непосредственное его стремление к нулю. Без искомых условий аналогичные признаки устойчивости [9], представленные для случая автономных систем, не получают корректного обоснования. Как результат исследования предполагается изложить инвариантные формы необходимых и достаточных условий устойчивости на основе знаков решения системы и его двух первых производных, осуществить компьютерную реализацию метода, выполнить численные эксперименты, дать их подробное описание.

Цель исследования

Ставится цель разработать и исследовать компьютерно-ориентированный метод анализа устойчивости решения системы ОДУ по сочетаниям знаков компонентов решения и их производных. Требуется сформулировать и обосновать необходимые и достаточные условия устойчивости, а также асимптотической устойчивости в инвариантной форме, разработать алгоритмизацию и программную реализацию метода на основе приближенного решения системы. Необходимо выполнить численный эксперимент, представить коды программ, дать описание результатов их работы, детально сопоставить данные численного моделирования с аналитическими условиями устойчивости.

Исходные положения

Пусть рассматривается задача Коши для системы ОДУ, имеющей нулевое решение $V(t_0)=\bar{O}\ \forall\ t\in[\ t_0\ ,\infty)$ (точку покоя),

$$V'=U(t,V),\quad t\in[\ t_0\ ,\infty)\ , \tag{1}$$

где $U(t,V)=(u_1(t,V),u_2(t,V),\ldots,u_n(t,V))$, $V=(v_1(t),v_2(t),\ldots,v_n(t))$, $\bar{O}=(0,0,\ldots,0)^T$. Пусть требуется исследовать устойчивость точки покоя системы (1). Ниже возмущение $V(t)$, $V(t_0)\neq\bar{O}$ нулевого решения не будет отмечаться специальным знаком. Используются канонические согласованные нормы матрицы и вектора, по умолчанию $\|V(t)\|=\max\limits_{1\le k\le n}|v_k(t)|$, в численных экспериментах применяется эвклидова норма $\|V(t)\|=\sqrt{\sum\limits_{k=1}^{n}|v_k(t)|^2}$. Относительно (1) предполагается, что существует $\delta_0>0$, такое, что все условия существования и единственности выполнены для решения и для каждого его возмущения в области $R_0:\{t_0\le t<\infty;\ \forall V(t):\|V_0\|\le\delta_0\}$, $V_0=V(t_0)$, предполагается, что в этой области вектор-функция $U(t, V)$ определена, непрерывна и удовлетворяет условию Липшица

$$\|U(t,V)-U(t,\tilde{V})\|\le L\|V-\tilde{V}\|\quad\forall\ V,\tilde{V}\in R_0\ ,\ L=\text{const}\ . \tag{2}$$

В данных условиях точка покоя устойчива, если $\forall \varepsilon > 0$ найдется $\Delta, 0 < \Delta \le \delta_0$, такое, что $\|V_0\| \le \Delta$ влечет $\|V(t)\| \le \varepsilon \ \forall t \in [t_0, \infty)$. Точка покоя асимптотически устойчива, если она устойчива и найдется $\Delta_0, 0 < \Delta_0 \le \Delta$, такое, что из неравенства $\|V_0\| \le \Delta_0$ следует $\lim\limits_{t \to \infty} \|V(t)\| = 0$. Условия существования и единственности ниже предполагаются выполненными во всех рассматриваемых случаях, кроме того, наряду с существованием и непрерывностью первой производной $V' = U(t, V)$ предполагается существование и непрерывность в R_0 второй производной решения $V'' = U'(t, V)$. Эквивалентны обозначения производных $V' = V'(t) = V'_t$, $V^{(\ell)} = V^{(\ell)}(t) = V_t^{(\ell)}$. Производная каждого компонента правой части (1) аналитически определяется по формуле полной производной сложной функции [10] $\dfrac{du_k}{dt} = \dfrac{\partial u_k}{\partial t} + \sum\limits_{\ell=1}^{n} \dfrac{\partial u_k}{\partial v_\ell} \dfrac{dv_\ell}{dt}$, или

$$\frac{du_k}{dt} = \frac{\partial u_k}{\partial t} + \sum_{\ell=1}^{n} \frac{\partial u_k}{\partial v_\ell} u_\ell , \quad k \in \overline{1,n} . \tag{3}$$

При оценках асимптотической устойчивости, если $\exists \lim\limits_{t \to \infty} U(t, V) = \bar{O}$, необходимо указывать, при каких условиях $\exists \lim\limits_{t \to \infty} V(t) = \bar{O}$, кратко

$$\exists \lim_{t \to \infty} U(t, V) = \bar{O} \ \Rightarrow \ \exists \lim_{t \to \infty} V(t) = \bar{O} . \tag{4}$$

В [1] аналог (4) используется как очевидное свойство функции Ляпунова, построенной для системы общего вида в рамках теоретико-множественных и пространственно-топологических ограничений, аналогично в [11] – для автономной системы. Для системы (1) условие (4) иногда наглядно, в частности, заведомо выполнено для линейных однородных систем. Однако в общем случае это соотношение требует обоснования и дополнительных ограничений. Ниже (4) записывается по компонентам: $\lim\limits_{t \to \infty} u_\ell(t, V) = 0 \ \ \forall \ell \in \overline{1,n}$ влечет $\lim\limits_{t \to \infty} v_\ell(t) = 0 \ \ \forall \ell \in \overline{1,n}$. При оценках неасимптотической устойчивости потребуется аналог (4) с условием достаточной малости ненулевого решения. В дальнейшем всюду, где используется знак нестрогого неравенства относительно $v_k(t)$, $u_k(t, V)$, $u'_k(t, V)$, предполагается, что решения системы (1) исключают каждый из случаев, когда $\exists \ k \in \overline{1,n}: \ v_k(t) \equiv 0 \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$, а также $\exists \ k \in \overline{1,n}: \ u_k(t, V) \equiv 0 \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$ и $\exists \ k \in \overline{1,n}: \ u'_k(t, V) \equiv 0 \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$. Иначе знак $\le$ можно было бы толковать в обе противоположные стороны, как и знак $\ge$. Для краткости используются обозначения $u_k(t) = u_k(t, V)$, $u'_k(t) = u'_k(t, V) \ \ \forall k \in \overline{1,n}$, и иногда $v_k = v_k(t)$, $u_k = u_k(t)$, $u'_k = u'_k(t)$.

Условия устойчивости точки покоя системы ОДУ

Имеют место следующие достаточно наглядные утверждения.

Лемма 1. Если $\exists \Delta > 0$, такое, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \le \Delta$, $\forall k \in \overline{1,n}$ верны неравенства $0 \le v_k(t)$, $u_k(t) \le 0 \ \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$, то точка покоя системы (1) устойчива, кроме того $\exists \lim\limits_{t \to \infty} v_\ell(t) = q_\ell, \ 0 \le q_\ell < \infty, \ \forall \ell \in \overline{1,n}$.

Доказательство. Пусть $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \le \Delta$, $\forall k \in \overline{1,n}$ произвольно зафиксировано $k = \text{const}$ и выбрано $v_k(t): \ 0 \le v_k(t_0) \le \Delta$. Функция $v_k(t)$ не возрастает ($u_k(t) = v'_k(t)$), поэтому $0 \le v_k(t) \le v_k(t_0) \ \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$. Отсюда $\forall \varepsilon > 0$ при выборе $\Delta \le \varepsilon$ выполнено неравенство $|v_k(t)| \le \varepsilon \ \ \forall \ t \in [t_0, \infty)$. С учетом произвольности выбора k это означает устойчивость точки покоя. Невозрастающая функция $v_k(t)$ ограничена снизу, поэтому [10] $\exists \lim\limits_{t \to \infty} v_k(t) = q_k, \ 0 \le q_k < \infty \ \forall k \in \overline{1,n}$. Лемма доказана.

Аналогично доказывается

Лемма 2. Если $\exists\,\Delta>0$, такое, что $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall k\in\overline{1,n}$ верны неравенства $v_k(t)\le 0$, $0\le u_k(t)\ \forall\, t\in[\,t_0,\infty)$, то точка покоя системы (1) устойчива, кроме того $\exists\lim\limits_{t\to\infty} v_\ell(t)=q_\ell$, $-\infty<q_\ell\le 0$, $\forall\,\ell\in\overline{1,n}$.

Если для некоторых $k=k_1\in\overline{1,n}$ выполнены условия леммы 1, а для всех остальных $k=k_2\in\overline{1,n}$, $k_2=n-k_1$ – условия леммы 2, то утверждения обеих лемм обобщает

Предложение 1. *Если* $\exists\,\Delta>0$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall k\in\overline{1,n}$ *выполняется, не чередуясь при значении* $k=\mathrm{const}$, *одна из пар неравенств* $0\le v_k(t)$, $u_k(t)\le 0$ *или* $v_k(t)\le 0$, $0\le u_k(t)\ \ \forall\, t\in[\,t_0,\infty)$, *то точка покоя системы (1) устойчива и* $\exists\lim\limits_{t\to\infty} v_\ell(t)=q_\ell$, $0\le|\,q_\ell\,|<\infty$, $\forall\,\ell\in\overline{1,n}$.

Имеет место

Предложение 2. *Если* $\exists\,\Delta>0$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, $\forall\, t\in[\,t_0,\infty)$ *выполняется, возможно, чередуясь при значении* $k=\mathrm{const}$, *либо пара неравенств* $0\le v_k(t)$, $u_k(t)\le 0$, *либо* $v_k(t)\le 0$, $0\le u_k(t)$, *то точка покоя системы (1) устойчива и* $\exists\lim\limits_{t\to\infty}|\,v_k(t)\,|=\overline{q}_k$, $0\le\overline{q}_k<\infty\ \forall k\in\overline{1,n}$.

Доказательство. Пусть $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall k\in\overline{1,n}$ произвольно зафиксировано $k=\mathrm{const}$ и выбрано $v_k(t):\ 0\le|\,v_k(t_0)\,|\le\Delta$. При выполнении любого сочетания пар неравенств функция $|\,v_k(t)\,|$ с начальными значениями из Δ-окрестности нуля не возрастает, поэтому $0\le|\,v_k(t)\,|\le|\,v_k(t_0)\,|\ \ \forall\, t\in[\,t_0,\infty)$. Отсюда $\forall\varepsilon>0$, при выборе $\Delta\le\varepsilon$ выполнено $|\,v_k(t)\,|\le\varepsilon$ $\forall\, t\in[\,t_0,\infty)$. С учетом произвольности выбора k это означает устойчивость точки покоя. Невозрастающая функция $|\,v_k(t)\,|$ ограничена снизу, поэтому $\exists\lim\limits_{t\to\infty}|\,v_k(t)\,|=\overline{q}_k$, $0\le\overline{q}_k<\infty$ $\forall k\in\overline{1,n}$. Лемма доказана.

Относительно бесконечного чередования пар неравенств при $k=\mathrm{const}$ формулируется

Теорема 1. *Если* $\exists\,\Delta>0$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, $\forall\, t\in[\,t_0,\infty)$ *выполняется, бесконечно чередуясь при каждом значении* $k=\mathrm{const}$, *либо пара неравенств* $0\le v_k(t)$, $u_k(t)\le 0$, *либо* $v_k(t)\le 0$, $0\le u_k(t)$, *то точка покоя системы (1) асимптотически устойчива.*

Доказательство. Поскольку выполнены условия предложения 2, точка покоя системы (1) устойчива. Кроме того $\forall k\in\overline{1,n}$, $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta\ \ \exists\lim\limits_{t\to\infty}|\,v_k(t)\,|=\overline{q}_k$, $0\le\overline{q}_k<\infty$. Если предположить, что $\overline{q}_k\ne 0$ при некотором $k=\mathrm{const}$, то можно взять последовательность точек $t_i\to\infty$, $i\to\infty$, в каждой из которых $v_k(t_i)=0$: все такие точки существуют по непрерывности функции $v_k(t)$ и бесконечного чередования ее знака. Для взятой последовательности $\lim\limits_{t_i\to\infty} v_k(t_i)=0$, что противоречит предположению $\overline{q}_k\ne 0$. Предположение неверно, отсюда $\overline{q}_k=0$, или $\lim\limits_{t\to\infty}|\,v_k(t)\,|=0\ \ \forall k\in\overline{1,n}$. Следовательно, $\lim\limits_{t\to\infty} V(t)=0\ \ \forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, что означает асимптотическую устойчивость точки покоя. Теорема доказана.

Замечание 1. Как видно из доказательства, утверждение теоремы сохраняется в случае, когда бесконечное чередование пар неравенств при каждом $k=\mathrm{const}$ происходит не периодически, но с переменным интервалом времени. Для доказательства требуется только, чтобы чередование на полуоси было бесконечным.

Следствие 1. Пусть точка покоя системы (1) устойчива. Пусть $\exists\,\Delta>0$, такое, что $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, $\forall\, t\in[\,t_0,\infty)$ выполняется, бесконечно чередуясь при каждом $k=\mathrm{const}$, либо пара неравенств $0\le v_k(t)$, $u_k(t)\le 0$, либо $v_k(t)\le 0$, $0\le u_k(t)$, причем в промежутке между чередованием эти неравенства могут меняться произвольно.

Тогда, если $\forall\, k\in\overline{1,n}\ \ \exists \lim\limits_{t\to\infty}|v_k(t)|=\overline{q}_k$, $0\le\overline{q}_k<\infty$, то точка покоя системы (1) асимптотически устойчива.

Доказательство. Существующий по условию предел $\lim\limits_{t\to\infty}|v_k(t)|=\overline{q}_k$ не может быть ненулевым вследствие существования последовательности точек $t_i\to\infty$, $i\to\infty$, в каждой из которых $v_k(t_i)=0$. Поэтому $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, выполнено $\lim\limits_{t\to\infty}v_k(t)=0$, и точка покоя системы (1) асимптотически устойчива. Следствие доказано.

Ниже приводятся леммы об асимптотической устойчивости точки покоя в зависимости от асимптотики правой части системы.

Лемма 3. *Пусть выполнены условия предложения 2. Если* $\exists\,\overline{\Delta}>0,\ \overline{\Delta}\le\Delta$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, k\in\overline{1,n}\ \ \exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=\overline{q}_k$, $|\overline{q}_k|\ne\infty$, *и кроме того* $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, *то точка покоя системы (1) асимптотически устойчива.*

Доказательство. Поскольку выполнены условия предложения 2, точка покоя устойчива. Пусть $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$ произвольно выбраны $k=\text{const}$, $v_k(t_0):\ 0<v_k(t_0)\le\overline{\Delta}$. Вследствие того, что $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, начиная с некоторого $\hat{t}_0\ge t_0$, $\forall\, t\in[\hat{t}_0,\infty)$ выполняется, не чередуясь (при данном $k=\text{const}$), только одна из пар неравенств: $0<v_k(t)$, $u_k(t)<0$ или $v_k(t)<0$, $0<u_k(t)$. Пусть рассматривается случай $0<v_k(t)$, $u_k(t)<0$ $\forall\, t\in[\hat{t}_0,\infty)$. По условию $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=\overline{q}_k$, $|\overline{q}_k|\ne\infty$. Если предположить, что $\overline{q}_k\ne0$, то $\exists\, q_k$, $q_k=\text{const}$, $\overline{q}_k<q_k<0$, такое, что, начиная с некоторого $t_1\ge t_0$, будет верно неравенство $u_k(t)<q_k$ $\forall\, t\in[t_1,\infty]$. Тогда $v_k(t)=v_k(t_0)+\int\limits_{t_0}^{t_1}u_k(t)dt+\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)dt$, где $\left|\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)\,dt\right|\ge\left|\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt\right|$, и $\left|\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt\right|=|q_k|(t-t_1)\to\infty$, если $t\to\infty$. Отсюда $|v_k(t)|=\left|v_k(t_0)+\int\limits_{t_0}^{t}u_k(t)\,dt\right|\to\infty$ при $t\to\infty$. Радиус Δ из условия предложения 2 можно считать достаточно малым, чтобы полученное соотношение противоречило устойчивости точки покоя. Предположение неверно, поэтому $\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=0$. С учетом этого предела из соотношения $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, следует, что $\exists\lim\limits_{t\to\infty}v_k(t)$, и порядок малости $v_k(t)$ не ниже порядка малости $u_k(t)$. Следовательно, $v_k(t)\to0$, если $t\to\infty$. Аналогично рассматривается случай $v_k(t)<0$, $0<u_k(t)$ $\forall\, t\in[\hat{t}_0,\infty)$. Ввиду произвольности выбора $k\in\overline{1,n}$ и $v_k(t_0):\ 0<v_k(t_0)\le\overline{\Delta}$ отсюда следует $\lim\limits_{t\to\infty}V(t)=0$ $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, и точка покоя асимптотически устойчива. Лемма доказана.

Лемма 4. *Пусть* $\exists\,\Delta>0$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$ *выполняется, возможно, чередуясь при* $k=\text{const}$, *либо пара неравенств* $0\le v_k(t)$, $u_k(t)<0$, *либо* $v_k(t)\le0$, $0<u_k(t)$ $\forall\, t\in[t_0,\infty)$. *Точка покоя системы (1) асимптотически устойчива, если чередование этих неравенств бесконечно при каждом* $k=\text{const}$, *или если* $\exists\,\overline{\Delta}>0,\ \overline{\Delta}\le\Delta$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, k\in\overline{1,n}\ \ \exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=\overline{q}_k$, $|\overline{q}_k|\ne\infty$, *и, кроме того,* $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$.

Доказательство. Поскольку выполнены условия предложения 2, точка покоя системы (1) устойчива. Если при каждом $k=\text{const}$ чередование неравенств бесконечно, то асимптотическая устойчивость точки покоя следует из теоремы 1. Если $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=\overline{q}_k$, $|\overline{q}_k|\ne\infty$, и $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$ $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, то асимптотическая устойчивость следует из леммы 3. Лемма доказана.

Непосредственно ниже представлены условия неустойчивости точки покоя.

Предложение 3. *Если* $\forall\ \Delta>0\ \ \exists V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\exists\ k\in\overline{1,n}$, *при которых* $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=\overline{q}_k$, $\overline{q}_k\ne 0$, *то точка покоя системы (1) неустойчива.*

Доказательство. Пусть возмущение точки покоя системы (1) рассматривается в случае $\overline{q}_k<0$. Тогда $\exists\ q_k$, $q_k=\text{const}$, $\overline{q}_k<q_k<0$, такое, что, начиная с некоторого $t_1\ge t_0$, будет верно неравенство $u_k(t)<q_k\ \ \forall\ t\in[t_1,\infty)$. Отсюда $v_k(t)=v_k(t_0)+\int\limits_{t_0}^{t_1}u_k(t)dt+\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)dt$, где $\left|\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)\,dt\right|\ge\left|\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt\right|$, и $\left|\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt\right|=|q_k|(t-t_1)\to\infty$ при $t\to\infty$. Поэтому $|v_k(t)|=\left|v_k(t_0)+\int\limits_{t_0}^{t}u_k(t)\,dt\right|\to\infty$, если $t\to\infty$. Радиус Δ можно считать достаточно малым, чтобы это было невозможно, если точка покоя устойчива. Следовательно, в данном случае точка покоя неустойчива. Аналогично, в случае $0<\overline{q}_k$. Рассмотренные соотношения в неравенствах только усилятся, если $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=\pm\infty$, и в этих случаях точка покоя неустойчива. Предложение доказано.

Следствие 2. Если $\forall\ \Delta>0\ \ \exists V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\exists\ k\in\overline{1,n}$, при которых $\exists \lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=\overline{q}_k$, $\overline{q}_k\ne 0$, то точка покоя системы (1) неустойчива. Необходимым условием устойчивости точки покоя является: либо $\exists\ \overline{\Delta}>0$, такое, что $\forall\ V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall k\in\overline{1,n}\ \ \lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=0$, либо в любой произвольно малой окрестности нулевого начального вектора найдется решение и такие значения $k\in\overline{1,n}$, что для k-х компонентов предел $\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|$ не существует, а для остальных компонентов он равен нулю.

Доказательство разбивается на два случая. Первый – когда, начиная с некоторого $\hat{t}\in[t_0,\infty)$, будет выполняться одно неравенство, для определенности $0<u_k(t)\ \ \forall t\in[\hat{t},\infty)$ (случай $u_k(t)<0\ \ \forall t\in[\hat{t},\infty)$ рассматривается аналогично). В этом случае повторяются рассуждения из доказательства предложения 3. Второй – когда $u_k(t)$ бесконечно чередует смену знака на противоположный при $t\to\infty$. Но второй случай в данных условиях невозможен, поскольку нашлась бы последовательность точек $t_i\to\infty$, $i\to\infty$, в каждой из которых $u_k(t_i)=0$, следовательно, $\exists \lim\limits_{t_i\to\infty} u_k(t_i)=0$, что противоречит условию $\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=\overline{q}_k$, $\overline{q}_k\ne 0$. Необходимое условие устойчивости является отрицанием данного достаточного условия неустойчивости. Следствие доказано.

Замечание 2. Для асимптотической устойчивости точки покоя системы (1) необходимость $\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=0\ \ \forall k\in\overline{1,n}$ в соответствующей $\overline{\Delta}$-окрестности следует из (2).

В самом деле, по определению асимптотической устойчивости точки покоя $\exists\ \overline{\Delta}>0$, такое, что $\forall\ V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$ выполнено $\|V(t)\|\to 0$, если $t\to\infty$. В случае, когда в (2) сравниваются нулевое решение и его возмущение, с учетом $U(t,\overline{O})=\overline{O}$ (производная от постоянной функции $V(t)\equiv\overline{O}$ равна нулю) условие Липшица примет вид $\|U(t,V)\|\le L\|V(t)\|\ \ \forall\ V(t)\in R_0$, $L=\text{const}$. В рассматриваемой $\overline{\Delta}$-окрестности предельный переход в неравенстве влечет $\|U(t,V)\|\to 0$, если $t\to\infty$.

Имеет место

Предложение 4. *Если для системы (1)* $\forall\ \Delta_1>0\ \ \exists V(t):\ 0<\|V(t_0)\|\le\Delta_1$, $\exists\ k\in\overline{1,n}$, $\exists\ t_1\ge t_0$, *такие, что неравенства* $0\le v_k(t)$, $0<u_k(t)$ *выполнены* $\forall\ t\in[t_1,\infty)$, *то точка покоя системы не является асимптотически устойчивой. Аналогично, если* $\forall\ t\in[t_1,\infty)$ *выполнено* $v_k(t)\le 0$, $u_k(t)<0$.

Доказательство. Пусть в условиях предложения $0\le v_k(t)$, $0<u_k(t)\ \ \forall\ t\in[t_1,\infty)$. Какова бы ни была Δ_1-окрестность нулевого начального вектора, функция $v_k(t)$ возрастает. Если $v_k(t)$ ограничена, то $\exists \lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=q$, $0<q$, если $v_k(t)$ не ограничена, то $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=\infty$, тогда

как для асимптотической устойчивости необходимо существование Δ_1-окрестности нулевого начального вектора, при любом начальном векторе внутри которой $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=0$. Аналогично рассматривается случай $v_k(t)\le 0$, $u_k(t)<0 \ \forall\, t\in[t_1,\infty)$. Предложение доказано.

Следствие 3. Утверждение предложения 4 сохраняется, если в тех же условиях выполнено либо $0<v_k(t)$, $0\le u_k(t) \ \forall\, t\in[t_1,\infty)$, либо $v_k(t)<0$, $u_k(t)\le 0 \ \forall\, t\in[t_1,\infty)$.

Доказательство аналогично предыдущему.

Предложение 5. *Если для системы (1)* $\forall\, \Delta_1>0 \ \exists V(t):\ 0<\|V(t_0)\|\le\Delta_1$, $\exists\, k\in\overline{1,n}$, $\exists\, t_1\ge t_0$, *такие, что неравенства* $0<u_k(t)$, $0\le u_k'(t)$ *выполнены* $\forall\, t\in[t_1,\infty)$, *то точка покоя неустойчива. Аналогично, если* $\forall\, t\in[t_1,\infty)$ *выполнены неравенства* $u_k(t)<0$, $u_k'(t)\le 0$.

Доказательство. Пусть рассматривается случай, когда $\forall\, t\in[t_1,\infty)$ выполнены неравенства $0<u_k(t)$, $0\le u_k'(t)$. Аналогично тому, как показано в доказательстве предложения 3, в этом случае $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=\bar{q}>0$, и в силу этого предложения точка покоя системы (1) неустойчива. Аналогично, если $\forall\, t\in[t_1,\infty)$ выполнено $u_k(t)<0$, $u_k'(t)\le 0$. Предложение доказано.

Следствие 4. Если для системы (1) $\forall\, \Delta_1>0\ \exists V(t):\ 0<\|V(t_0)\|\le\Delta_1$, $\exists\, k\in\overline{1,n}$, $\exists\, t_1\ge t_0$, такие, что $\forall\, t\in[t_1,\infty)$ выполняется либо пара неравенств $0\le u_k(t)$, $0<u_k'(t)$, либо $u_k(t)\le 0$, $u_k'(t)<0$, то точка покоя системы неустойчива.

Доказательство. Пусть рассматривается случай, когда $\forall\, t\in[t_1,\infty)$ выполнены неравенства $0\le u_k(t)$, $0<u_k'(t)$. Если $u_k(t)$ ограничена, то с учетом строгого возрастания этой функции $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=\bar{q}>0$. Если $u_k(t)$ не ограничена, то $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=\infty$. В обоих случаях точка покоя неустойчива по следствию 2. Аналогично, если $u_k(t)\le 0$, $u_k'(t)<0$. Следствие доказано.

Необходимость бесконечного числа совпадений знаков компонентов решения и компонентов его второй производной в случае асимптотической устойчивости точки покоя доказывает

Предложение 6. *Пусть точка покоя системы (1) асимптотически устойчива. Тогда, если* $\exists\, \bar{\Delta}>0$, $\exists\, \hat{t}_0\ge t_0$, *такие, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\bar{\Delta}$ *выполняются неравенства* $0<u_k(t)$, $u_k'(t)\le 0 \ \forall\, t\in[\hat{t}_0,\infty)$, $k\in\overline{1,n}$, *то* $\exists\, \hat{t}_0\ge\hat{t}_0$, *при котором* $v_k(t)$ *бесконечное число раз принимает значение* $v_k(t)<0$ *в точках полуоси* $t\in[\hat{t}_0,\infty)$. *Если в тех же условиях выполняются неравенства* $u_k(t)<0$, $0\le u_k'(t)$, *то* $\exists\, \hat{t}_0\ge\hat{t}_0$, *при котором* $v_k(t)$ *бесконечное число раз принимает значение* $v_k(t)>0$ *в точках полуоси* $t\in[\hat{t}_0,\infty)$. *Если в случае выполнения любой из пар неравенств* $v_k(t)\ne 0 \ \forall\, t\in[\breve{t}_0,\infty)$, *то* $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0 \ \forall\, t\in[\bar{t}_0,\infty)$, $\bar{t}_0=\max(\hat{t}_0,\hat{t}_0,\breve{t})$.

Доказательство. Пусть в условиях предложения рассматривается случай $0<u_k(t)$, $u_k'(t)\le 0$, $k\in\overline{1,n}$. Если бы выполнялось $0\le v_k(t)\ \forall\, t\in[\hat{t}_0,\infty)$, то в силу $0<u_k(t)$ функция $v_k(t)$, будучи строго возрастающей, имела бы конечный или бесконечный предел: $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=q_k>0$. Но это исключало бы существование $\tilde{\Delta}$-окрестности ($0<\tilde{\Delta}\le\bar{\Delta}$) нулевого начального вектора, при любых начальных значениях внутри которой должно выполняться $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=0 \ \ \forall k\in\overline{1,n}$, что необходимо для асимптотической устойчивости. Отсюда в рассматриваемом случае существует $\hat{t}_0\ge\hat{t}_0$, такое, что $v_k(t)$ бесконечное число раз принимает значение $v_k(t)<0$ в точках $t\in[\hat{t}_0,\infty)$. Если $v_k(t)\ne 0\ \forall\, t\in[\breve{t}_0,\infty)$, то по-прежнему не может выполняться $0\le v_k(t)$, и $v_k(t)$ сохраняет знак $v_k(t)<0$. Отсюда $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0 \ \ \forall\, t\in[\bar{t}_0,\infty)$, где $\bar{t}_0=\max(\hat{t}_0,\hat{t}_0,\breve{t})$. Случай $u_k(t)<0$, $0\le u_k'(t)$ рассматривается аналогично. Предложение доказано.

Имеет место

Теорема 2. *Пусть точка покоя системы (1) устойчива. Тогда, если* $\exists\,\overline{\Delta}>0$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, t\in[\,t_0\,,\infty)$, $\forall k\in\overline{1,n}$ *выполняется, возможно чередуясь при* $k=\text{const}$, *пара неравенств* $0\le u_k(t)$, $u_k'(t)<0$ *или* $u_k(t)\le 0$, $0<u_k'(t)$, *и кроме того* $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, *то точка покоя системы асимптотически устойчива. Утверждение сохраняется, если в тех же условиях выполняется пара неравенств* $0<u_k(t)$, $u_k'(t)\le 0$ *или* $u_k(t)<0$, $0\le u_k'(t)$.

Доказательство. Пусть произвольно зафиксировано $k\in\overline{1,n}$ и выбрано $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, такое, что $0\le u_k(t)$, $u_k'(t)<0$ или $u_k(t)\le 0$, $0<u_k'(t)$ $\forall\, t\in[t_0,\infty)$. При выполнении любой данной пары неравенств функция $|u_k(t)|$ является строго убывающей и ограниченной снизу. Поэтому $\exists\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=\tilde{q}_k$, $\tilde{q}_k\ne\infty$. Если предположить, что $\tilde{q}_k\ne 0$, то это ведет к противоречию. В самом деле, поскольку $\forall k\in\overline{1,n}$ $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, то, начиная с некоторого $\breve{t}_0\ge t_0$, $\forall\, t\in[\,\breve{t}_0\,,\infty)$ выполняется, не чередуясь при $k=\text{const}$, одна и только одна из пар неравенств: $0<v_k(t)$, $u_k(t)<0$ или $v_k(t)<0$, $0<u_k(t)$. Иначе можно было бы взять последовательность точек $t_i\to\infty$, $i\to\infty$, в каждой из которых $u_k(t_i)=0$ (последовательность $\{t_i\}_{i=1}^{\infty}$ в этом случае существовала бы вследствие непрерывности функции $u_k(t)$ и бесконечной чередуемости ее знака), так что $\lim\limits_{t_i\to\infty}u_k(t_i)=0$, что противоречило бы предположению $\tilde{q}_k\ne 0$. Тем самым $\exists\,\breve{t}_0\ge t_0$, такое, что знак числителя неизменен $\forall\, t\in[\,\breve{t}_0\,,\infty)$. При стремящейся к отрицательному пределу дроби это влечет противоположный знак знаменателя. В случае, когда для некоторого $\overline{t}_0\ge\breve{t}_0$ выполнены неравенства $v_k(t)<0$, $0<u_k(t)$ $\forall\, t\in[\overline{t}_0,\infty)$, с учетом $\tilde{q}_k\ne 0$ (в данном случае $0<\tilde{q}_k$), $\exists\, q_k$, $0<q_k<\tilde{q}_k$, такое, что, начиная с некоторого $t_1\ge\overline{t}_0$, будет верно неравенство $q_k<u_k(t)$ $\forall\, t\in[t_1,\infty]$. Тогда $v_k(t)=v_k(t_0)+\int\limits_{t_0}^{t_1}u_k(t)dt+\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)dt$, где $\int\limits_{t_1}^{t}u_k(t)\,dt\ge\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt$, и $\int\limits_{t_1}^{t}q_k\,dt=q_k(t-t_1)\to\infty$, если $t\to\infty$. Но это невозможно, поскольку $v_k(t)<0$ $\forall\, t\in[\overline{t}_0,\infty)$ (кроме того, $\overline{\Delta}$ можно считать достаточно малым, чтобы это противоречило устойчивости точки покоя). Случай $0<v_k(t)$, $u_k(t)<0$ $\forall\, t\in[\overline{t}_0,\infty)$, рассматривается аналогично. В результате предположение $\tilde{q}_k\ne 0$ неверно. Следовательно, $\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=0$. Таким образом, с учетом произвольности выбора $k\in\overline{1,n}$ выполнено $\lim\limits_{t\to\infty}|u_k(t)|=0$ $\forall k\in\overline{1,n}$, но тогда и $\lim\limits_{t\to\infty}u_k(t)=0$ $\forall k\in\overline{1,n}$. Отсюда, как и раньше (доказательство леммы 3), соотношение $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$ $\forall k\in\overline{1,n}$, влечет $\lim\limits_{t\to\infty}V(t)=0$, поэтому точка покоя системы (1) асимптотически устойчива. Теорема доказана.

Из доказательств теоремы 2 и леммы 3 с учетом предложения 2 выводится

Следствие 5. Пусть $\exists\,\Delta>0$, такое, что $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\Delta$, $\forall k\in\overline{1,n}$, при каждом $k=\text{const}$ знаки функций $v_k(t)$, $u_k(t)$, $u_k'(t)$ постоянны $\forall\, t\in[\,t_0\,,\infty)$. Тогда для асимптотической устойчивости точки покоя системы (1) необходимо, чтобы $\exists\,\overline{\Delta}>0$, $\overline{\Delta}\le\Delta$, такое, что $\forall\, V(t):0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$, $\forall\, t\in[\,t_0\,,\infty)$, $\forall k\in\overline{1,n}$, выполнялись тройки неравенств либо $v_k(t)<0$, $0<u_k(t)$, $u_k'(t)<0$, либо $0<v_k(t)$, $u_k(t)<0$, $0<u_k'(t)$, и, как следствие – неравенства $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0$, $\dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)}<0$. Если кроме того $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k$, $-\infty\le\hat{q}_k<0$, то все эти условия являются достаточными для асимптотической устойчивости точки покоя.

В самом деле, в условиях постоянства знаков $v_k(t)$, $u_k(t)$, $u_k'(t)$ любое нарушение тройки неравенств влечет либо $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t) = \overline{q} \neq 0$, либо $\exists \lim\limits_{t\to\infty} v_k(t) = q \neq 0$, что исключает асимптотическую устойчивость точки покоя. Напротив, выполнение любой из данных троек неравенств по предложению 2 означает устойчивость, кроме того, влечет, как явствует из доказательства теоремы 2, $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t) = 0$. При условии $\exists \lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k(t)}{v_k(t)} = \hat{q}_k$, $-\infty \le \hat{q}_k < 0$, отсюда следует, как показано в доказательстве леммы 3, $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t) = 0$ и $\lim\limits_{t\to\infty} V(t) = \overline{O}$, что означает асимптотическую устойчивость точки покоя.

Необходимые и достаточные условия асимптотической устойчивости, выраженные через функции правой части системы (1), включают следующие утверждения.

Теорема 3. *Пусть точка покоя системы (1) устойчива и* $\exists \overline{\Delta} > 0$, *такое, что* $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \le \overline{\Delta}$, $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1,n}$ *выполняются пары неравенств* $0 < u_k(t)$, $u_k'(t) \le 0$ *или* $u_k(t) < 0$, $0 \le u_k'(t)$, *и кроме того* $\exists \breve{t}_0 \ge t_0$: $v_k(t) \neq 0$ $\forall t \in [\breve{t}_0, \infty)$. *Тогда для асимптотической устойчивости точки покоя необходимо, чтобы* $\exists \overline{t}_0 \ge t_0$: $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)} < 0$ $\forall t \in [\overline{t}_0, \infty)$. *Если в этих же условиях* $\exists \hat{t}_0 \ge t_0$: $u_k(t) \neq 0$ $\forall t \in [\hat{t}_0, \infty)$ *и* $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k'(t) = q_k$ $\forall k \in \overline{1,n}$, *то необходимым условием асимптотической устойчивости является* $\lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)} = \hat{q}_k$, $-\infty \le \hat{q}_k \le 0$, $\forall k \in \overline{1,n}$, *достаточным условием асимптотической устойчивости является выполнение одновременно двух соотношений:* $\lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)} = \lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}$ *и* $\lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)} = \hat{q}_k$, $-\infty \le \hat{q}_k < 0$, $\forall k \in \overline{1,n}$.

Доказательство вытекает из следствия 2, предложения 6, теоремы 2 и ее доказательства, согласно которому $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)$ $\forall k \in \overline{1,n}$, по следствию 2 этот предел не может быть ненулевым. Если дополнительно $\exists \lim\limits_{t\to\infty} u_k'(t) = q_k$ $\forall k \in \overline{1,n}$, то с учетом определения асимптотической устойчивости выполнены условия применения правила Лопиталя, отсюда $\lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k(t)}{v_k(t)} = \lim\limits_{t\to\infty} \dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)}$ $\forall k \in \overline{1,n}$. Для доказательства необходимых условий остается применить утверждение предложения 6, для достаточного условия – утверждение теоремы 2. Теорема доказана.

Следствие 6. Если соотношение $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)} < 0$ $\forall t \in [t_0, \infty)$ включить в условия теоремы 3, то устойчивость последует из предложения 2, ее предположение в условиях теоремы станет излишним, остальные утверждения не изменятся.

Интегральные условия устойчивости точки покоя. В [9, 12, 13] предложены и обоснованы следующие критерии устойчивости и асимптотической устойчивости точки покоя в изложенных в начале статьи условиях.

Теорема 4. *В рассматриваемых условиях для устойчивости точки покоя системы (1) необходимо и достаточно существование* Δ_1, $0 < \Delta_1 \le \delta_0$, *такого, что* $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \le \Delta_1$ *выполняется неравенство*

$$\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| \le C^{(1)},\ C^{(1)} = \text{const},\ \forall t \in [t_0, \infty),\ \forall k \in \overline{1,n},\ v_k(t_0) \neq 0. \tag{5}$$

Для асимптотической устойчивости необходимо и достаточно, чтобы решение было устойчиво и существовало $\Delta_2 \le \Delta_1$, *такое, что* $0 < \|V(t_0)\| \le \Delta_2$ *влечет*

$$\lim_{t\to\infty} \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| = 0,\ v_k(t_0) \neq 0\ \ \forall k \in \overline{1,n}. \tag{6}$$

В (6) деление на $v_k(t_0) \neq 0$ излишне. Однако именно в такой форме информация вводится в компьютер, когда априори неизвестен характер устойчивости точки покоя. В дальнейшем это делается в описании численного эксперимента. Поэтому форма (6) сохраняется ниже для соответствия компьютерному анализу.

Критерии теоремы 4 эквивалентны приводимым ниже критериям в интегральной форме.

Теорема 5. *В рассматриваемых условиях для устойчивости точки покоя системы (1) необходимо и достаточно существование* $\overline{\Delta}, 0 < \overline{\Delta}$, *такого, что* $\forall V(t): 0 < \left\| V(t_0) \right\| \leq \overline{\Delta}$ *выполняется неравенство*

$$\int_{t_0}^{t} \frac{u_k(t)}{v_k(t)} dt \leq c^{(11)}, \; c^{(11)} = \text{const}, \; \forall t \in [t_0, \infty), \; \forall k \in \overline{1,n}. \tag{7}$$

Для асимптотической устойчивости необходимо и достаточно, чтобы решение было устойчиво и существовало $\Delta_0 \leq \overline{\Delta}$, *такое, что* $0 < \left\| V(t_0) \right\| \leq \Delta_0$ *влечет*

$$\lim_{t \to \infty} \int_{t_0}^{t} \frac{u_k(t)}{v_k(t)} dt = -\infty \;\; \forall k \in \overline{1,n}. \tag{8}$$

Обращение в ноль значений знаменателя подынтегральной функции приводит лишь к устранимым особенностям [9], поэтому не влечет некорректности интегрирования. В случае автономных систем знаменатель вообще не обращается в ноль, поскольку различные решения не имеют общих точек [14]. В [13] показано, что теорема 5 следует из теоремы 4. Ниже выполняется обратный вывод, в результате теорема 5 эквивалентна теореме 4. Именно, интеграл в левых частях (7), (8) имеет первообразную: согласно (1) числитель подынтегральной функции есть производная знаменателя, поэтому $\int_{t_0}^{t} \frac{u_k(t)}{v_k(t)} dt = \int_{t_0}^{t} \frac{v_k'(t)}{v_k(t)} dt$, и $\int_{t_0}^{t} \frac{u_k(t)}{v_k(t)} dt = \int_{t_0}^{t} \frac{d\, v_k(t)}{v_k(t)}$, $\int_{t_0}^{t} \frac{d\, v_k(t)}{v_k(t)} = \ln \left| v_k(t) \right| - \ln \left| v_k(t_0) \right|$, или, $\int_{t_0}^{t} \frac{d\, u_k(t)}{v_k(t)} = \ln \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right|$. Отсюда выполнение (7) равносильно выполнению соотношения

$$\ln \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| \leq c^{(11)}, \; c^{(11)} = \text{const}, \; \forall t \in [t_0, \infty), \; \forall k \in \overline{1,n}, \tag{9}$$

что имеет место тогда и только тогда, когда

$$\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| \leq e^{c^{(11)}}, \; c^{(11)} = \text{const}, \; \forall t \in [t_0, \infty), \; v_k(t_0) \neq 0 \;\; \forall k \in \overline{1,n}. \tag{10}$$

Таким образом, (5) эквивалентно (7) при $C^{(1)} = e^{c^{(11)}}$. Аналогично, (8) эквивалентно

$$\lim_{t \to \infty} \ln \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| = -\infty \;\; \forall k \in \overline{1,n}, \tag{11}$$

что возможно тогда и только тогда, когда

$$\lim_{t \to \infty} \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| = 0, \; v_k(t_0) \neq 0 \;\; \forall k \in \overline{1,n}. \tag{12}$$

В итоге (6) эквивалентно (8).

Теорема 5 обобщает рассмотренные отношения знаков решения и производных в качестве условий устойчивости. Так, частный случай условий (7), достаточный для устойчивости точки покоя, заключается в том, что $\exists \Delta_1 \geq 0$, такое, что $\forall V(t): 0 < \left\| V(t_0) \right\| \leq \Delta_1$ выполняется

$$\frac{u_k(t)}{v_k(t)} \leq 0, \; v_k(t) \neq 0, \; \forall t \in [t_0, \infty), \; \forall k \in \overline{1,n}. \tag{13}$$

Условие (13) с некоторыми оговорками равносильно объединению условий лемм 1, 2. Частный случай условий (8), достаточный для асимптотической устойчивости точки покоя – $\exists\Delta_1 \geq 0$, такое, что $\forall V(t):\ 0<\left\|V(t_0)\right\|\leq\Delta_1$ верно неравенство

$$\frac{u_k(t)}{v_k(t)} \leq -\rho,\ 0<\rho,\ \rho=\text{const},\ v_k(t)\neq 0,\ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{14}$$

Условие (14) используется в формулировках теорем 2, 3 и следствия 5. Частный случай условия неустойчивости точки покоя – $\exists\,\rho_1>0,\ \rho_1=\text{const}$: $\forall\Delta_1>0\ \exists V(t),\ \exists t_1\geq t_0,\ \exists k\in\overline{1,n}$: $0<\left\|V(t_0)\right\|\leq\Delta_1$, такие, что

$$\frac{u_k(t)}{v_k(t)} \geq \rho_1,\ v_k(t)\neq 0,\ \forall t\in[t_1,\infty). \tag{15}$$

Условие (15) отчасти используется в предложении 4 и следствии 3.

Замечание 3. Теорема 5 включает не только достаточные, но и необходимые условия, как устойчивости, так и асимптотической устойчивости, представляет собой интегральное обобщение предшествующих утверждений на случай произвольного сочетания и чередования знаков решения и производной. В неявной форме теорема включает содержание всех этих утверждений.

Следствие 7. Если $\exists\,\Delta_0,\ 0<\Delta_0$, такое, что $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\leq\Delta_0$ функции $v_k(t)$ и $u_k(t)$ сохраняют знак $\forall t\in[t_0,\infty)$, при этом выполняются неравенства либо $v_k(t)<0,\ 0<u_k(t)$, либо $0<v_k(t),\ u_k(t)<0\ \ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}$, и, кроме того, $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\frac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k,\ -\infty\leq\hat{q}_k<0,\ \forall k\in\overline{1,n}$, то точка покоя системы (1) асимптотически устойчива.

Доказательство. Поскольку выполнены условия предложения 2, точка покоя устойчива. В условиях следствия $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\leq\Delta_0\ \ \exists\, q,\ \max\limits_k\hat{q}_k<q<0$, такое, что, начиная с некоторого $t\geq\overline{t}_0$, будет верно неравенство $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}<q\ \ \forall\ t\in[\overline{t}_0,\infty],\ \forall k\in\overline{1,n}$. Кроме того $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}<0$ $\forall\ t\in[t_0,\overline{t}_0],\ \ \forall k\in\overline{1,n}$. Согласно теореме Вейерштрасса $\exists\min\limits_{[t_0,\overline{t}_0],\,\forall k\in\overline{1,n}}\frac{u_k(t)}{v_k(t)}=q_0,\ q_0<0$. Отсюда $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}<\overline{q}\ \ \forall\ t\in[t_0,\infty],\ \forall k\in\overline{1,n}$, где $\overline{q}=\min(q,q_0)<0$, что влечет (8). Следствие доказано.

Аналогичную (7)–(12) схему преобразований можно применить к отношению $\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}$, здесь и ниже предполагается $u_k(t)\neq 0\ \ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}$. В результате получится аналог теоремы 5, который не будет использовать выражения компонентов решения $v_k(t)$. Очевидно, $\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt=\int\limits_{t_0}^{t}\frac{du_k(t)}{u_k(t)}$, $\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt=\ln\left|\,u_k(t)\,\right|-\ln\left|\,u_k(t_0)\,\right|$, или, $\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt=\ln\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right|$. Аналогично (9), (10) и (11), (12), если выполняется

$$\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt\leq c_1, \tag{16}$$

что равносильно $\ln\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right|\leq c_1$, то тогда и только тогда, когда $\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right|\leq e^{c_1}$. И если выполняется

$$\lim_{t\to\infty}\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt=-\infty,$$

что равносильно $\ln\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right| = -\infty$, то в том и только в том случае, когда

$$\lim_{t\to\infty}\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right| = 0. \tag{17}$$

Эквивалентное (7) условие (5) будет выполняться вследствие выполнения (16), если $\exists\,\Delta_0$, такое, что $\forall\, V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\Delta_0$ будет обеспечиваться неравенство

$$\int_{t_0}^{t}\frac{u_k(t)}{v_k(t)}dt \le c\int_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt,\ c=\text{const},\ 0<c\ \ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{18}$$

Частным случаем условия (18) является неравенство, верное $\forall\, V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\Delta_0$:

$$\frac{u_k(t)}{v_k(t)} \le c_0\frac{u_k'(t)}{u_k(t)},\ c_0=\text{const},\ 0<c_0,\ v_k(t)\ne 0,\ u_k(t)\ne 0\ \ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{19}$$

Имеет место

Теорема 6. *При выполнении любого из соотношений (18), (19) для устойчивости точки покоя системы (1) достаточно существование* $\overline{\Delta},\ 0<\overline{\Delta}$, *такого, что* $\forall\, V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}$ *выполняется неравенство*

$$\int_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt \le c_1,\ c_1=\text{const},\ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{20}$$

Для асимптотической устойчивости точки покоя достаточно, чтобы решение было устойчиво и существовало $\Delta_0\le\overline{\Delta}$, *такое, что* $0<\|V(t_0)\|\le\Delta_0$ *влечет*

$$\lim_{t\to\infty}\int_{t_0}^{t}\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt = -\infty\ \ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{21}$$

Доказательство следует из того, что при выполнении любого из условий (18), (19) соотношение (7) – необходимое следствие (20), соотношение (8) – следствие (21).

Как и в случае теорем 4, 5, теорема 6 эквивалентна следующей теореме.

Теорема 7. *При выполнении любого из условий (18), (19) для устойчивости точки покоя системы (1) достаточно существование* $\overline{\Delta}_1,\ 0<\overline{\Delta}_1\le\delta_0$, *такого, что* $\forall\, V(t): 0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}_1$ *выполняется неравенство*

$$\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right| \le C_1,\ C_1=\text{const},\ \forall t\in[t_0,\infty),\ u_k(t_0)\ne 0,\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{22}$$

Для асимптотической устойчивости достаточно, чтобы решение было устойчиво и существовало $\overline{\Delta}_2\le\overline{\Delta}_1$, *такое, что* $0<\|V(t_0)\|\le\overline{\Delta}_2$ *влечет*

$$\lim_{t\to\infty}\left|\frac{u_k(t)}{u_k(t_0)}\right| = 0,\ u_k(t_0)\ne 0,\ \forall k\in\overline{1,n}. \tag{23}$$

Следствие 8. Если выполнены условия теоремы 7, то из (23), в эквивалентной форме $\lim_{t\to\infty}u_k(t)=0\ \ \forall k\in\overline{1,n}$, следует (12), что эквивалентно $\lim_{t\to\infty}v_k(t)=0\ \ \forall k\in\overline{1,n}$.

Замечание 4. В (23) и в (17) можно не использовать деление на $u_k(t_0)$, как и в (6), (11), (12) не использовать деление на $v_k(t_0)$, и можно убрать знак абсолютной величины. Формы (17), (23) используются при вводе-выводе данных в компьютерной реализации метода.

Следствие 9. Пусть для системы (1) $\exists\,\Delta_1,\ 0<\Delta_1$, такое, что $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\le\Delta_1$ функции $u_k(t)$ и $u_k'(t)$ сохраняют знак $\forall\, t\in[t_0,\infty)$, при этом выполняются неравенства либо $u_k(t)<0,\ 0<u_k'(t)$, либо $0<u_k(t),\ u_k'(t)<0\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$, и кроме того $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k'(t)$. Тогда точка покоя системы асимптотически устойчива, если выполняется любое одно из двух условий

1) $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)}=q_k,\ -\infty\le q_k<0$ и $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k'(t)}{u_k(t)}=\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}\ \ \forall\, k\in\overline{1,n}$,

2) $u_k'(t)v_k(t)<u_k^2(t)$ и $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$.

Доказательство. В первом случае предел существует, поскольку по условию $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k'(t)$, а предел знакопостоянной функции $u_k(t)$ существует вследствие монотонного убывания $\left|u_k(t)\right|$. Достаточно повторить часть рассуждений доказательства следствия 7, в силу которых $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<\overline{q}\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty],\ \ \forall\, k\in\overline{1,n}$, где $\overline{q}=\min(q,q_0)<0$. С учетом условия $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\le\Delta_1$ это влечет (7), и точка покоя устойчива. Очевидно, это влечет также (8), что означает ее асимптотическую устойчивость. Во втором случае рассматривается $\left(\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}\right)'=\dfrac{u_k'(t)v_k(t)-u_k(t)v_k'(t)}{v_k^2(t)}=\dfrac{u_k'(t)v_k(t)-u_k^2(t)}{v_k^2(t)}$, при этом $u_k'(t)$ и $v_k(t)$ имеют одинаковый знак. Производная отрицательна, если $u_k'(t)v_k(t)<u_k^2(t)$, функция $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0$ монотонно убывает $\forall\, t\in[t_0,\infty]$. Отсюда $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}\le\min\limits_{\forall\, k\in\overline{1,n}}\dfrac{u_k(t_0)}{v_k(t_0)}<0$, что с учетом условия обеспечивает выполнение (7) и тем самым устойчивость точки покоя. Последнее неравенство, очевидно, влечет (8), причем согласно условию $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\le\Delta_1$. Следствие доказано.

Замечание 5. Если в условии 2 предполагать устойчивость точки покоя, то условие $\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}<0\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$ будет выполняться автоматически, напротив, в условиях следствия 9 это неравенство влечет устойчивость по предложению 1.

Из следствия 9, замечания 5, а также из следствия 5 вытекает

Теорема 8. *Пусть для системы (1)* $\exists\,\overline{\Delta}_1,\ 0<\overline{\Delta}_1$, *такое, что* $\forall\, V(t):0<\left\|V(t_0)\right\|\le\overline{\Delta}_1$ *выполняются тройки неравенств либо* $0<v_k(t),\ u_k(t)<0,\ 0<u_k'(t)$, *либо* $v_k(t)<0,\ 0<u_k(t),\ u_k'(t)<0$ $\forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$, *и кроме того* $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u_k'(t)$. *Тогда точка покоя асимптотически устойчива, если* $u_k'(t)v_k(t)<u_k^2(t)\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$. *Если* $u_k'(t)v_k(t)\ge u_k^2(t)\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty),\ \forall\, k\in\overline{1,n}$, *то достаточным условием асимптотической устойчивости является* $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{u_k(t)}{v_k(t)}=\hat{q}_k,\ -\infty\le\hat{q}_k<0$, $\forall\, k\in\overline{1,n}$, *это же условие достаточно и при* $u_k'(t)v_k(t)<u_k^2(t)$.

Интегральные критерии в значительной мере ориентированы на аналитическое применение, что иллюстрируется элементарными примерами, в которых с целью иллюстрации исключено использование аналитического решения. При анализе устойчивости точки покоя ее возмущение ниже рассматривается в предположении $v(t_0)>0$. При написании дроби предполагается, что функция знаменателя не обращается в ноль.

Пример 1. Условиям (18), (19) удовлетворяет уравнение

$$v'(t)=-v(t), \tag{24}$$

$v(t_0)\ge0$. В самом деле, из (24) $u(t)=-v(t),\ \ u'(t)=v(t),\ \ \dfrac{u(t)}{v(t)}=-1,\ \ \dfrac{u'(t)}{u(t)}=-1$. Отсюда $\dfrac{u(t)}{v(t)}\le c_0\dfrac{u'(t)}{u(t)},\ c_0=1,\ \forall\, t\in[t_0,\infty)$, и применима теорема 6: $\int\limits_{t_0}^{t}\dfrac{u'(t)}{u(t)}dt=-t+t_0\le0\ \ \forall\, t\in[t_0,\infty)$, что

согласно (17) означает устойчивость точки покоя. Далее, $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_{t_0}^{t}\frac{u'(t)}{u(t)}dt=-\lim\limits_{t\to\infty}(t-t_0)=-\infty$, согласно (18) это влечет асимптотическую устойчивость.

Тот же результат получится другим способом. В силу $u(t)=-v(t)$ выполнены условия предложения 2, что непосредственно означает устойчивость точки покоя. Вследствие $\frac{u(t)}{v(t)}=-1$ знаки числителя и знаменателя постоянны. По предложению 1 $\exists\lim\limits_{t\to\infty}v(t)=q,\ 0\le|q|<\infty$. Отсюда $\exists\lim\limits_{t\to\infty}u(t)=-\lim\limits_{t\to\infty}v(t)=-q,\ |q|<\infty$, и $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\frac{u(t)}{v(t)}=-1<0$. Выполнены условия леммы 3, это означает асимптотическую устойчивость точки покоя уравнения (21).

Еще один способ: в силу $\frac{u(t)}{v(t)}=-1$ выполнено (14), что является достаточным условием асимптотической устойчивости точки покоя.

Пример 2. Рассматривается уравнение

$$v'(t)=-tv(t) \tag{25}$$

при любом $v(1)\ge 0$. Из (25) $u(t)=-tv(t)$, $u'(t)=-v(t)+t^2v(t)$. Далее, $\frac{u(t)}{v(t)}=-t$, $\frac{u'(t)}{u(t)}=-t+\frac{1}{t}$, и $\frac{u(t)}{v(t)}\le c_0\frac{u'(t)}{u(t)}$, $c_0=1,\forall t\in[1,\infty)$. Применима теорема 6: $\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt=\int\limits_1^t\left(-t+\frac{1}{t}\right)dt=-\frac{1}{2}t^2+\ln t+\frac{1}{2}$, и $\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt\le 0\ \forall t\in[1,\infty)$, что согласно (17) означает устойчивость точки покоя. Поскольку $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt=\lim\limits_{t\to\infty}\left(-\frac{1}{2}t^2+\ln t+\frac{1}{2}\right)=-\infty$, то согласно (18) точка покоя асимптотически устойчива.

Тот же результат – иначе. В силу $u(t)=-tv(t)$ выполнены условия предложения 2, что сразу обеспечивает устойчивость точки покоя. Поскольку $\frac{u(t)}{v(t)}=-t$, то $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\frac{u(t)}{v(t)}=-\infty$, что влечет $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t\frac{u(t)}{v(t)}dt=-\infty$. Согласно (8) точка покоя уравнения (25) асимптотически устойчива.

Наиболее простой способ: $\frac{u(t)}{v(t)}=-t$ влечет $\frac{u(t)}{v(t)}\le -1\ \forall t\in[1,\infty)$, согласно (14) это достаточное условие асимптотической устойчивости.

Пример 3. Рассматривается уравнение

$$v'(t)=-t^2v(t), \tag{26}$$

при любом $v(1)\ge 0$. Из (26) $u(t)=-t^2v(t)$, $u'(t)=-2tv(t)+t^4v(t)$. Отсюда $\frac{u(t)}{v(t)}=-t^2$, $\frac{u'(t)}{u(t)}=-t^2+\frac{2}{t}$, и $\frac{u(t)}{v(t)}\le c_0\frac{u'(t)}{u(t)}$, $c_0=1$, $\forall t\in[1,\infty)$. Применима теорема 6: $\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt=\int\limits_1^t\left(-t^2+\frac{2}{t}\right)dt=-\frac{1}{3}t^3+2\ln t+\frac{1}{3}$, $\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt\le 0\ \forall t\in[1,\infty)$, – точка покоя устойчива. Вследствие $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t\frac{u'(t)}{u(t)}dt=\lim\limits_{t\to\infty}\left(-\frac{1}{3}t^3+2\ln t+\frac{1}{3}\right)=-\infty$ точка покоя асимптотически устойчива.

То же получается иначе. В силу $u(t)=-t^2v(t)$ выполнены условия предложения 2, что непосредственно влечет устойчивость точки покоя. Вследствие $\frac{u(t)}{v(t)}=-t^2$ $\exists\lim\limits_{t\to\infty}\frac{u(t)}{v(t)}=-\infty$, от-

сюда $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt = -\infty$, что согласно (8) означает асимптотическую устойчивость точки покоя уравнения (26). Простейший способ: $\frac{u(t)}{v(t)} = -t^2 \ \forall t\in[1,\infty)$, отсюда $\frac{u(t)}{v(t)} \le -1 \ \forall t\in[1,\infty)$, согласно (14) точка покоя асимптотически устойчива.

Пример 4. Пусть рассматривается уравнение

$$v'(t) = \frac{e^{-v(t)} - e^{-v^2(t)}}{t^2} \tag{27}$$

при любом $v(1) \ge 0$. Из (27) $u(t) = \frac{e^{-v(t)} - e^{-v^2(t)}}{t^2}$, $u'(t) = \frac{-e^{-v(t)}\times u(t) + 2e^{-v^2(t)}v(t)\times u(t)}{t^4} - \frac{2(e^{-v(t)} - e^{-v^2(t)})}{t^3}$.

Отсюда $\frac{u(t)}{v(t)} = \frac{e^{-v(t)} - e^{-v^2(t)}}{t^2 v(t)}$, $\frac{u'(t)}{u(t)} = \frac{-e^{-v(t)} + 2e^{-v^2(t)}v(t)}{t^4} - \frac{2}{t}$. В этом случае неравенство (19) непосредственно проверить затруднительно, применимость теоремы 6 не получает обоснования. Теорему 5 применить можно, но без специальной оценки интегралов это не влечет правильной оценки устойчивости. Компьютерная реализация критериев (5), (6) теоремы 4 применительно к (27) показывает неасимптотическую устойчивость точки покоя.

Пример 5. Рассматривается уравнение

$$v'(t) = \frac{-v(t)e^{-v(t)}}{t^2} \tag{28}$$

при любом $v(1) \ge 0$. Из (28) $u(t) = \frac{-v(t)e^{-v(t)}}{t^2}$, $u'(t) = \frac{-e^{-v(t)}\times u(t)\times v(t) - u(t)\times e^{-v(t)}}{t^2} + \frac{2v(t)\times e^{-v(t)}}{t^3}$,

$\frac{u(t)}{v(t)} = \frac{-e^{-v(t)}}{t^2}$, $\frac{u'(t)}{u(t)} = \frac{-e^{-v(t)}}{t^2} - \frac{v(t)e^{-v(t)}}{t^2} - \frac{2}{t}$. В этом случае неравенство (19) заведомо не выполняется. Однако устойчивость точки покоя получается согласно предложению 2, поскольку из (28) знаки $v(t)$ и $u(t)$ взаимно противоположны. При этом $|v(t)|$ имеет конечный предел при $t\to\infty$. Следовательно, числитель дроби $\frac{-e^{-v(t)}}{t^2}$ ограничен, $0 < \left|\sup\limits_{[1,\infty)} e^{-v(t)}\right| \le q = \text{const}$, дробь отрицательна. Тогда интеграл (8) оценивается следующим образом: $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt = -\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{e^{-v(t)}}{t^2}dt \ge -q\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{1}{t^2}dt$. Отсюда $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt \ge q\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t d\left(\frac{1}{t}\right) = -q > -\infty$. Это означает, что не выполнено необходимое условие асимптотической устойчивости. Точка покоя уравнения (28) устойчива, но не устойчива асимптотически.

Пример 6. Пусть рассматривается уравнение

$$v'(t) = -v(t)e^{-v^2(t)-t}, \tag{29}$$

$\forall v(1) \ge 0$. Из (29) $u(t) = -v(t)e^{-v^2(t)-t}$, $u'(t) = -u(t)\times e^{-v^2(t)-t} - v(t)e^{-v^2(t)-t}\times(-2v(t)\times u(t) - 1)$,

$\frac{u(t)}{v(t)} = -e^{-v^2(t)-t}$, $\frac{u'(t)}{u(t)} = -e^{-v^2(t)-t} + 2v^2(t)e^{-v^2(t)-t} - 1$. Функция $2v^2(t)e^{-v^2(t)-t}$ ограничена, $\left|2v^2(t)e^{-v^2(t)-t}\right| \le \overline{q} = \text{const}$, убывает с ростом t, однако неравенство $\frac{u(t)}{v(t)} \le c_0\frac{u'(t)}{u(t)}$ $\forall t\in[1,\infty)$ обеспечить затруднительно. Тем не менее устойчивость точки покоя следует из предложения 2, поскольку функции $u(t)$ и $v(t)$ противоположных знаков. Остает-

ся проверить (8): $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt = -\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t e^{-v^2(t)-t}\,dt \ge \lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \hat{q}\,de^{-t}$, где $\hat{q} = \sup\limits_{[1,\infty)} e^{-v^2(t)}$, $0 \le \hat{q} \le 1$. Тогда $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt \ge \hat{q}\lim\limits_{t\to\infty}(e^{-t}-e^{-1}) \ge -e^{-1} > -\infty$. Это означает, что не выполняется необходимое условие асимптотической устойчивости. Точка покоя устойчива, но неустойчива асимптотически.

Пример 7. Рассматривается уравнение

$$v'(t) = -v(t)e^{-t} \tag{30}$$

при любом $v(1) \ge 0$. Из (30) $u(t) = -v(t)e^{-t}$, $u'(t) = -u(t)e^{-t} - u(t)$, $\frac{u(t)}{v(t)} = -e^{-t}$, $\frac{u'(t)}{u(t)} = -e^{-t} - 1$. Знаки $u(t)$ и $v(t)$ противоположны. Согласно предложению 2 точка покоя устойчива. Условие (19) не выполняется. Остается оценить интеграл (8): $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt = \lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t (-e^{-t})\,dt = \lim\limits_{t\to\infty}(e^{-t}-e^{-1})$. Отсюда $\lim\limits_{t\to\infty}\int\limits_1^t \frac{u(t)}{v(t)}dt = -e^{-1} > -\infty$, что нарушает необходимое условие асимптотической устойчивости. Точка покоя устойчива, но не асимптотически.

Пример 8. Пусть рассматривается уравнение

$$v'(t) = v(t)e^{\sqrt[3]{t}},\ v(1) \ge 0.$$

По условию $u(t) = v(t)e^{\sqrt[3]{t}}$, $\frac{u(t)}{v(t)} = e^{\sqrt[3]{t}}$. Отсюда следует (15), поэтому точка покоя неустойчива.

На основе критериев теоремы 6 можно построить аналоги признаков устойчивости, предложенных в [13] для критериев теоремы 5. Имеют место следующие утверждения.

Теорема 9. *Если выполнено любое из условий (18) или (19), и, кроме того,*

$$\frac{u_k'(t)}{u_k(t)} \le f_k(t)\ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}, \tag{31}$$

где $\int\limits_{t_0}^t f_k(t)\,dt \le c_{11},\ c_{11} = \text{const},\ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}$, *то точка покоя системы (1) устойчива. В частности утверждение сохраняется, если в (31)* $f_k(t) = \rho t^{\beta}$, $\beta < -1$, $\beta = \text{const}$, $\rho = \text{const}$. *Если* $\forall \Delta_1 > 0\ \exists V(t),\ 0 < \|V(t_0)\| \le \Delta_1,\ \exists k\in\overline{1,n}$, *такие, что* $\frac{u_k(t)}{v_k(t)} \ge c_0\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}$, $c_0 = \text{const}$, $0 < c_0$, $\forall t\in[t_0,\infty)$, *и кроме того*

$$\frac{u_k'(t)}{u_k(t)} \ge g_k(t)\ \ \forall t\in[t_0,\infty), \tag{32}$$

где $\int\limits_{t_0}^{\infty} g_k(t)\,dt = \infty$, то точка покоя системы (1) неустойчива. В частности, утверждение сохраняется, если в (32) $g_k(t) = \rho t^{\alpha}$, $-1 \le \alpha$, $0 < \rho$, $\alpha = \text{const}$, $\rho = \text{const}$.

Замечание 6. Условие во второй части теоремы 9 можно заменить на более общее условие $\int\limits_{t_0}^t \frac{u_k(t)}{v_k(t)}dt \ge c\int\limits_{t_0}^t \frac{u_k'(t)}{u_k(t)}dt$, $c = \text{const}$, $0 < c\ \forall t\in[t_0,\infty)$ с сохранением утверждения.

Теорема 10. *Пусть выполнено любое из условий (18) или (19) и точка покоя системы (1) устойчива. Если* $\exists \Delta_1 > 0:\ \forall V(t),\ 0 < \|V(t_0)\| \le \Delta_1$, *верно неравенство*

$$\frac{u_k'(t)}{u_k(t)} \le \tilde{f}_k(t)\ \ \forall t\in[t_0,\infty),\ \forall k\in\overline{1,n}, \tag{33}$$

где $\int\limits_{t_0}^{\infty} \tilde{f}_k(t)\,dt = -\infty$, то точка покоя системы (1) асимптотически устойчива. В частности, утверждение сохраняется, если в (33) $\tilde{f}_k(t) = -\rho t^{\beta}$, $-1 \le \beta$, $0 < \rho$, $\beta = \text{const}$, $\rho = \text{const}$.

Доказательства обеих теорем с точностью до обозначений повторяют доказательства соответственных теорем из [13] с той разницей, что учитываются условия (18), (19).

Обсуждение изложенного подхода. Необходимо оговорить зависимости $u_k(t)$ и $v_k(t)$ в предложенных условиях устойчивости. Одной из целей работы было найти аналитические критерии асимптотической устойчивости, в силу которых из соотношения $\lim\limits_{t\to\infty} u_k(t)=0 \;\; \forall k\in\overline{1,n}$ следовало бы $\lim\limits_{t\to\infty} v_k(t)=0 \;\; \forall k\in\overline{1,n}$. Иными словами, требовалось обеспечить соотношение (4), позволяющее по поведению правой части (1) судить об устойчивости решения без знания самого решения. В неполной мере соотношение (4) реализовано в леммах 3, 4, предложении 3, следствии 2, предложении 5, следствии 4, предложении 6, теоремах 2, 3, следствии 9, теореме 8. В наибольшей мере выполнение (4) обеспечивают теоремы 6, 7 с использованием (20)–(23). Однако во всех этих случаях утверждения опираются либо на поведение $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}$, либо на неравенство $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}\le c_0\frac{u_k'(t)}{u_k(t)}$, либо на интегральную форму (18). Тем самым условия выполнения (4) ставятся в зависимость от поведения $\frac{u_k(t)}{v_k(t)}$, в конечном счете – в зависимость от решения. Иногда для аналитической оценки устойчивости можно использовать полученные критерии без знания решения, но это не является общим случаем. Проблема априори неизвестного решения перестает существовать в случае приближенного решения задачи (1). Если, например, задача решается разностным методом, то получается пошаговое приближение решения $\overline{v}_k(t,\overline{V})\approx v_k(t,V) \;\; \forall k\in\overline{1,n}$ на некотором отрезке $t\in[t_0,\overline{t}]$, при этом необходимо используется значение правой части $\overline{u}_k(t,\overline{V})$ в каждой точке приближения. Пошаговой проверке оказываются доступны условия (5), (6), а также (13)–(15) (в данном приближении). Аналитическое выражение производной правой части вычисляется из (3). Подстановка в выражение $u_k'(t,V)$ пошаговых приближений $V\approx\overline{V}$ дает значение производной на каждом шаге приближения $\overline{u}_k'(t,\overline{V})\approx u_k'(t,V)$. В результате доступны проверке условия (19), (22), (23), аналогично проверяемы условия большинства предложенных лемм, предложений, теорем и следствий. Значения проверяемых величин выводятся на каждом шаге решения, что дает доступную форму программного анализа устойчивости. Результаты проверки получаются сразу по нескольким критериям. Необходимо отметить два аспекта. Первый – заключается в аналитическом ограничении – формально критерии должны выполняться в некоторой Δ-окрестности начального вектора. Искомая Δ-окрестность программно не идентифицируется. Остается выполнять проверку в выборочных точках этой окрестности. Ускорение процесса с увеличением количества проверочных точек возможно на основе использования параллельной вычислительной системы – синхронный анализ выполним сразу по многим начальным векторам. К отмеченной трудности примыкает еще одна: полуось $[t_0,\infty)$, во всех точках которой требуется выполнение проверяемых условий, по определению не идентифицируется программно. Для имитации полуоси отрезок $[t_0,\overline{t}]$ можно удлинять до любой границы $\overline{t}$, используя, в частности, методы, описанные в [15, 16]. Помимо того можно выполнять проверочные выборки за пределами границ $[t_0,\overline{t}]$. Во всех случаях нельзя использовать укрупненный шаг разностного метода, чтобы не исказить результаты анализа из-за накопления погрешности. Второй аспект предложенного подхода, напротив, снижает обсуждаемые трудности. Если (1) относится к классу линейных систем, то выполнять проверку критериев в некоторой Δ-окрестности начального вектора не требуется. Как показано в [9] на основе [1], для оценки устойчивости системы (1), если она линейна, достаточно выполнения обсуждаемых критериев для одного произвольно взятого решения со всеми ненулевыми компонентами $v_k(t_0)\ne 0 \;\; \forall k\in\overline{1,n}$. Вследствие приближенности компьютерного анализа желательно выполнять аналитическое исследование, в частности можно применять предложенные выше методы [9, 13]. Представленные методы относятся к нулевому решению системы (1). Теоретически к этому случаю сводится анализ устойчивости любого ненулевого решения [1]. При описании численных экспериментов будет проиллюстрировано программное сведение анализа устойчивости ненулевого решения к рассмотренным способам анализа нулевого решения.

Численный эксперимент. Пусть рассматривается система

$$v_1' = -0.5t^{-0.5}v_1 + t^{-2}v_1\cos^2(v_1v_2),$$
$$v_2' = -2(1+\sin^6(v_1^3+v_2^3))\,v_2t^{-0.5}, \qquad (34)$$

где $t_0=0.5$, $v_k(t_0)\ge 0$, $k=1,2$. Требуется исследовать устойчивость точки покоя. Из (34)

$u_1 = -0.5t^{-0.5}v_1 + t^{-2}v_1\cos^2(v_1v_2)$, где обозначено $u_1 = u_1(t)$. Аналогично, $u_2 = -2(1+\sin^6(v_1^3+v_2^3))\,v_2t^{-0.5}$. Согласно (3) $\frac{du_1}{dt} = \frac{\partial u_1}{\partial t} + \sum_{\ell=1}^{2}\frac{\partial u_1}{\partial v_\ell}u_\ell$, в данном случае получится

$$u_1' = 0.25t^{-1.5}v_1 - 2t^{-3}v_1\cos^2(v_1v_2) + (-0.5\,t^{-0.5} + t^{-2}(\cos^2(v_1v_2) - v_1v_2\sin(2v_1v_2)))u_1 - t^{-2}v_1^2\sin(2v_1v_2)u_2,$$

$$u_2' = t^{-1.5}\,v_2(\sin^6(v_1^3+v_2^3)+1) - 36\,t^{-0.5}\,v_1^2\,v_2\sin^5(v_1^3+v_2^3)\cos(v_1^3+v_2^3)u_1 -$$
$$-\,2t^{-0.5}(18v_2^3(\sin^5(v_1^3+v_2^3)\cos(v_1^3+v_2^3) + \sin^6(v_1^3+v_2^3)+1))u_2.$$

Следующая программа (Delphi) реализует анализ устойчивости точки покоя по знакам решения и двух его производных на основе разностного метода Эйлера.

```
program RAE11; {$APPTYPE CONSOLE} uses  SysUtils;
const h = 0.0001; tt=10000000; var t,v1,v2,eps1,eps2: extended; k: longint;
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-1/2*v1/sqrt(t)+1/sqr(t)*v1*sqr(cos(v1*v2)) end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=-2/sqrt(t)*v2*(1+ sqr(sqr(sin(sqr(v1)*v1+sqr(v2)*v2)))*
sqr(sin(sqr(v1)*v1+sqr(v2)*v2))) end;
function u11(t,v1,v2:extended):extended;
begin u11:=0.25/(t*sqrt(t))*v1-2/(t*sqr(t))*v1*sqr(cos(v1*v2))+
(-0.5/sqrt(t)+1/sqr(t)*(sqr(cos(v1*v2))-v1*v2* sin(2*v1*v2)))* u1(t,v1,v2)-
1/sqr(t)*sqr(v1)*sin(2*v1*v2)*u2(t,v1,v2) end;
function u21(t,v1,v2:extended):extended;
begin u21:=1/(t*sqrt(t))*v2*(sqr(sin(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2)))*sqr(sqr(sin(v1*sqr(v1)+
v2*sqr(v2))))+1)-36/sqrt(t)*sqr(v1)*v2*sin(v1*sqr(v1)+
v2*sqr(v2))*sqr(sqr(sin(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2))))*cos(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2))*u1(t,v1,v2)-
2/sqrt(t)*(18*v2*sqr(v2)*sin(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2))*sqr(sqr(sin(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2))))*
cos(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2))+sqr(sin(v1*sqr(v1)+v2*sqr(v2)))*
sqr(sqr(sin(v1*sqr(v1)+ v2*sqr(v2))))+1)*u2(t,v1,v2) end;
begin
k := 0; eps1:=0.00005{*0.005}; eps2:=0.00005{*0.005}; v1:=eps1; v2:=eps2; t:=0.5; while t <=10000{00} do
begin v1:= v1+ h * u1(t,v1,v2); v2:= v2+ h * u2(t,v1 ,v2 );   k:=k+1;   if k =  tt then
begin writeln ('t=',t:4,' '); writeln ('norma=',sqrt(sqr(v1/eps1)+sqr(v2/eps2)):30,' ');
writeln ('v1=',v1:4,' ','u1=',u1(t,v1,v2):4,' ','u11=',u11(t,v1,v2):4,' ','u1/v1=',u1(t,v1,v2)/v1:4,
' ','u11/u1=',u11(t,v1,v2)/u1(t,v1,v2):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-0.1/sqrt(t):4,' ');
writeln ('v2=',v2:4,' ','u2=',u2(t,v1,v2):4,' ','u21=',u21(t,v1,v2):4,' ','u2/v2=',u2(t,v1,v2)/v2:4,
' ','u21/u2=',u21(t,v1,v2)/u2(t,v1,v2):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-0.1/sqrt(t):4,' ');
k:=0 end; t:=t+h; end; readln end.
```

Результат работы программы:

```
t= 1.0E+0003 norma= 2.74303107469284169E-0013
v1= 1.3E-0017 u1=-2.2E-0019 u11= 3.5E-0021 u1/v1=-1.6E-0002 u11/u1=-1.6E-0002 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
v2= 9.5E-0059 u2=-6.0E-0060 u21= 3.8E-0061 u2/v2=-6.3E-0002 u21/u2=-6.4E-0002 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
t= 2.0E+0003 norma= 5.63387098110754843E-0019
v1= 2.8E-0023 u1=-3.1E-0025 u11= 3.6E-0027 u1/v1=-1.1E-0002 u11/u1=-1.1E-0002 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
v2= 1.7E-0081 u2=-7.6E-0083 u21= 3.4E-0084 u2/v2=-4.5E-0002 u21/u2=-4.5E-0002 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
……..
t= 8.0E+0003 norma= 2.13764775102522473E-0038
v1= 1.0E-0042 u1=-6.0E-0045 u11= 3.4E-0047 u1/v1=-5.6E-0003 u11/u1=-5.7E-0003 -0.1/sqrt(t)=-1.1E-0003
v2= 3.5E-0159 u2=-7.8E-0161 u21= 1.8E-0162 u2/v2=-2.2E-0002 u21/u2=-2.2E-0002 -0.1/sqrt(t)=-1.1E-0003
t= 9.0E+0003 norma= 9.41235193418767399E-0041
v1= 4.7E-0045 u1=-2.5E-0047 u11= 1.3E-0049 u1/v1=-5.3E-0003 u11/u1=-5.3E-0003 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
v2= 1.3E-0168 u2=-2.8E-0170 u21= 5.9E-0172 u2/v2=-2.1E-0002 u21/u2=-2.1E-0002 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
```

В строке со значением независимой переменной указывается norma – эвклидова норма отношения возмущенного решения к его начальным значениям, вычисляемая из левых частей (5) для применения теоремы 4. В первом слева направо столбце идут компоненты решения в данной точке v1 (v_1) и v2 (v_2) (округление до двух значащих цифр мантиссы). Во втором столбце – производные компонентов решения u1 (u_1) и u2 (u_2) (значения правых частей (34) в той же точке). В третьем – производные компонентов правых частей u11 (u_1') и u21 (u_2'). В четвертом столбце – отношение компонентов производных к компонентам решения u1/v1 ($\frac{u_1}{v_1}$) и u2/v2 ($\frac{u_2}{v_2}$). В пятом – отношение компонентов вторых производных

к компонентам первых производных u11/u1 ($\frac{u_1'}{u_1}$) и u21/u2 ($\frac{u_2'}{u_2}$). Значение элементов шестого столбца будет пояснено ниже. Вычисления выполнялись с шагом $h = 10^{-4}$ на отрезке $t \in [0.5, 10^4]$ (закомментировано возможное продолжение отрезка). Из представленных данных следует, что значение нормы монотонно убывает до 10^{-41} (и ниже в продолжении временного отрезка). По теореме 4 согласно (6) это указывает на асимптотическую устойчивость точки покоя. Из расположения в строках видно, что v_k и u_k, а также u_k' убывают к нулю. При этом v_k и u_k противоположны по знаку, а v_k и u_k' имеют одинаковый знак. По теореме 2, следствию 5, а также по теореме 8 это аналогично указывает на асимптотическую устойчивость точки покоя. Отношения $\frac{u_1}{v_1}$ и $\frac{u_2}{v_2}$ отрицательны и отделены от нуля. Согласно теоремам 2, 3, 5 и соотношению (14) это признаки асимптотической устойчивости. Кроме того, из построчного сопоставления выполнены условия (19) при $0 < c_0 < 1$, и применима теорема 6. При этом отношения $\frac{u_1'}{u_1}$ и $\frac{u_2'}{u_2}$ отрицательны и отделены от нуля, отсюда следует (21), что еще раз указывает на асимптотическую устойчивость точки покоя системы (34). Наконец, в шестом столбце данных располагаются значения функции $-t^{-0.5}$. Из построчного сопоставления видно, что выполняются неравенства (33), коэффициент и показатель степени подбирались по виду предварительно выводившихся значений. По теореме 10 это также является достаточным условием асимптотической устойчивости точки покоя. Все эти соотношения воспроизводятся в качестве признаков асимптотической устойчивости при любом уменьшении радиуса окрестности начальных значений большем нуля (и при любой комбинации их знаков), в частности закомментировано eps1= eps2=0.00005*0.005, а также при удлинении промежутка решения в 100 и более раз. Таким образом, все предложенные признаки в программной реализации указывают на асимптотическую устойчивость точки покоя системы (34). Аналитически этот результат можно получить на основе теоремы 6 аналогично тому, как показано в [9].

Пусть рассматривается система

$$v_1' = -v_2 + v_1(v_1^2 + v_2^2 - 1),\ v_2' = v_1 + v_2(v_1^2 + v_2^2 - 1), \qquad (35)$$

где $t_0 = 0,\ v_k(t_0) \geq 0,\ k = 1, 2$, и требуется исследовать на устойчивость ее точку покоя. Из (35)

$$u_1 = -v_2 + v_1(v_1^2 + v_2^2 - 1),\ u_2 = v_1 + v_2(v_1^2 + v_2^2 - 1).$$

В силу автономности системы формула (3) примет вид $\frac{du_1}{dt} = \sum_{\ell=1}^{2} \frac{\partial u_1}{\partial v_\ell} u_\ell$, отсюда

$$u_1' = (3v_1^2 + v_2^2 - 1)u_1 + (2v_1v_2 - 1)u_2,\ u_2' = (2v_1v_2 + 1)u_1 + (v_1^2 + 3v_2^2 - 1)u_2.$$

Чтобы выполнить анализ устойчивости точки покоя, достаточно воспользоваться предыдущей программой RAE11, в которой требуется заменить описание подпрограмм-функций правых частей и их производных на соответствующее описание для рассматриваемой системы:

```
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-v2+v1*(sqr(v1)+sqr(v2)-1); end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=v1+v2*(sqr(v1)+sqr(v2)-1); end;
function u11 (t,v1,v2:extended):extended;
begin u11:=(3*sqr(v1)+sqr(v2)-1)*u1(t,v1,v2)+(2*v1*v2-1)*u2(t,v1,v2); end;
function u21(t,v1,v2:extended):extended;
begin u21:=(2*v1*v2+1)*u1(t,v1,v2)+(sqr(v1)+3*sqr(v2) -1)*u2(t,v1,v2); end;
```

Других изменений в программе не потребуется. Результат работы программы:

```
t= 1.0E+0003 norma= 6.82796739175175673E-0435
v1=-8.1E-0440 u1=-2.5E-0439 u11= 6.6E-0439 u1/v1= 3.1E+0000 u11/u1=-2.6E+0000 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
v2= 3.3E-0439 u2=-4.1E-0439 u21= 1.6E-0439 u2/v2=-1.2E+0000 u21/u2=-3.9E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
t= 2.0E+0003 norma= 3.29693623286688257E-0869
v1=-1.6E-0873 u1= 1.1E-0873 u11= 1.0E-0873 u1/v1=-6.8E-0001 u11/u1= 9.4E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
v2= 5.0E-0874 u2=-2.1E-0873 u21= 3.1E-0873 u2/v2=-4.1E+0000 u21/u2=-1.5E+0000 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
```

t= 3.0E+0003 norma= 1.59192352419691632E-1303
v1=-6.0E-1308 u1= 1.1E-1307 u11=-1.0E-1307 u1/v1=-1.9E+0000 u11/u1=-9.3E-0001 -0.1/sqrt(t)=-1.8E-0003
v2=-5.2E-1308 u2=-8.0E-1309 u21= 1.2E-1307 u2/v2= 1.5E-0001 u21/u2=-1.5E+0001 -0.1/sqrt(t)=-1.8E-0003
t= 4.0E+0003 norma= 7.68595824875659265E-1738
v1= 6.4E-1743 u1= 3.1E-1742 u11=-7.6E-1742 u1/v1= 4.9E+0000 u11/u1=-2.4E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.5E-0003
v2=-3.8E-1742 u2= 4.4E-1742 u21=-1.2E-1742 u2/v2=-1.2E+0000 u21/u2=-2.9E-0001 -0.1/sqrt(t)=-1.5E-0003
……
t= 9.0E+0003 norma= 0.00000000000000000E+0000
v1=-8.5E-3914 u1= 1.3E-3913 u11=-1.0E-3913 u1/v1=-1.6E+0000 u11/u1=-7.8E-0001 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
v2=-5.5E-3914 u2=-3.0E-3914 u21= 1.7E-3913 u2/v2= 5.5E-0001 u21/u2=-5.6E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
t= 1.0E+0004 norma= 0.00000000000000000E+0000
v1= 1.2E-4349 u1= 4.7E-4348 u11=-9.7E-4348 u1/v1= 3.9E+0001 u11/u1=-2.1E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
v2=-4.9E-4348 u2= 5.0E-4348 u21=-2.5E-4349 u2/v2=-1.0E+0000 u21/u2=-4.9E-0002 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003

Значение нормы монотонно убывает до нуля. По теореме 4 согласно (6) это указывает на асимптотическую устойчивость точки покоя. Из расположения в строках видно, что v_k, u_k, u_k' также убывают к нулю, тем самым выполнены необходимые условия устойчивости (следствие 2). Однако в этой задаче v_k, u_k и u_k' чередуют знаки в произвольном порядке, отношения $\frac{u_1}{v_1}$ и $\frac{u_2}{v_2}$ не всегда отрицательны, тем не менее при детальном выводе данных видно соответствие следствию 1, указывающему на асимптотическую устойчивость. Из построчного сопоставления видно, что не выполнены условия (19), поэтому не применима теорема 6, несмотря на то, что отношения $\frac{u_1'}{u_1}$ и $\frac{u_2'}{u_2}$ отрицательны и отделены от нуля. Из шестого столбца видно, что выполняются неравенства (33), однако теоремой 10 воспользоваться нельзя ввиду невыполнения (19). Тем не менее на основании просмотра данных следует однозначный вывод. Именно, все данные указывают на выполнение необходимых условий устойчивости, некоторые данные не указывают на выполнение достаточных условий устойчивости. Невыполнение последних не означает отсутствия устойчивости. Аналогичные утверждения можно сделать относительно корреляции данных с асимптотической устойчивостью. В то же время значение нормы вектора компонентов (6) убывает к нулю, означая по теореме 4 выполнение необходимых и достаточных условий асимптотической устойчивости точки покоя. Более того, теорема 4 эквивалентна теореме 5, которая в интегральной оценке учитывает все неочевидные особенности поведения знаков решения и правой части системы. Поэтому выполнение условий (5), (6) является другой (эквивалентной) формой выполнения условий (7), (8), что в любом случае влечет асимптотическую устойчивость точки покоя системы (35). Аналитически полученный результат доказан в [17].

Все рассмотренные соотношения воспроизводятся в качестве признаков асимптотической устойчивости при любых допустимых вариациях радиуса окрестности начальных значений. Удлинить временной отрезок непосредственно при данных параметрах не удается, однако он удлиняется на порядок и больше, если взять $h = 10^{-3}$, eps1= eps2=0.0005. При этом качественно сохраняются все описанные результаты.

Замечание 7. Именно условия (5), (6), будучи эквивалентными (7), (8) и являясь их доступной программной реализацией, наиболее полно выражают асимптотические особенности поведения знаков решения и его двух производных. При этом (5) неэквивалентно определению устойчивости. Определение требует, чтобы для сколь угодно малого $\forall \varepsilon>0$ выполнялось $|v_k(t)| \le \varepsilon \ \forall t\in[t_0,\infty)$, $\forall k\in\overline{1,n}$, тогда как (5) требует, чтобы для произвольной (хотя бы сколь угодно большой) константы $C^{(1)}$ выполнялось неравенство $\left|\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)}\right| \le C^{(1)}$, $C^{(1)}=\text{const}$, $\forall t\in[t_0,\infty)$, $v_k(t_0)\ne 0 \ \forall k\in\overline{1,n}$, где $\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)}$ – компонент отношения ненулевого решения к его же начальному значению.

Пусть теперь рассматривается система

$$v_1' = -v_2\sqrt{v_1^2+v_2^2},\ v_2' = v_1\sqrt{v_1^2+v_2^2}, \tag{36}$$

где $t_0=0$, $v_k(t_0)\ge 0$, $k=1,2$. Требуется исследовать на устойчивость нулевое и ненулевое решение. Из (36) $u_1 = -v_2\sqrt{v_1^2+v_2^2}$, $u_2 = v_1\sqrt{v_1^2+v_2^2}$. Отсюда

$$u_1' = \frac{-1}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}(v_1v_2\times u_1 + (v_1^2+2v_2^2)\times u_2),\ u_2' = \frac{1}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}((2v_1^2+v_2^2)\times u_1 + v_1v_2\times u_2).$$

Чтобы выполнить анализ устойчивости нулевого решения, достаточно воспользоваться той же программой RAE11, в которой следует заменить описание подпрограмм-функций правых частей и их производных на соответствующее описание для системы (36):

```
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-v2*sqrt(sqr(v1)+sqr(v2)); end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=v1*sqrt(sqr(v1)+sqr(v2)); end;
function u11 (t,v1,v2:extended):extended;
begin u11:=(-1/sqrt(sqr(v1)+sqr(v2)))*( v1* v2*u1(t,v1,v2)+
(sqr(v1)+2* sqr(v2))*u2(t,v1,v2)); end;
function u21(t,v1,v2:extended):extended;
begin u21:=1/sqrt(sqr(v1)+sqr(v2))*((2*sqr(v1)+sqr(v2))*u1(t,v1,v2)+
v1*v2*u2(t,v1,v2)); end;
```

Результат работы программы:

```
t= 1.0E+0003 norma= 1.41421356217253380E+0000
v1= 4.6E-0005 u1=-3.8E-0009 u11=-2.3E-0013 u1/v1=-8.1E-0005 u11/u1= 6.1E-0005 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
v2= 5.3E-0005 u2= 3.3E-0009 u21=-2.7E-0013 u2/v2= 6.1E-0005 u21/u2=-8.1E-0005 -0.1/sqrt(t)=-3.2E-0003
t= 2.0E+0003 norma= 1.41421356192948485E+0000
v1= 4.2E-0005 u1=-4.0E-0009 u11=-2.1E-0013 u1/v1=-9.4E-0005 u11/u1= 5.3E-0005 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
v2= 5.7E-0005 u2= 3.0E-0009 u21=-2.8E-0013 u2/v2= 5.3E-0005 u21/u2=-9.4E-0005 -0.1/sqrt(t)=-2.2E-0003
t= 3.0E+0003 norma= 1.41421356165181346E+0000
v1= 3.8E-0005 u1=-4.2E-0009 u11=-1.9E-0013 u1/v1=-1.1E-0004 u11/u1= 4.6E-0005 -0.1/sqrt(t)=-1.8E-0003
v2= 5.9E-0005 u2= 2.7E-0009 u21=-3.0E-0013 u2/v2= 4.6E-0005 u21/u2=-1.1E-0004 -0.1/sqrt(t)=-1.8E-0003
……..
t= 9.0E+0003 norma= 1.41421355963621205E+0000
v1= 1.0E-0005 u1=-4.9E-0009 u11=-5.2E-0014 u1/v1=-4.7E-0004 u11/u1= 1.0E-0005 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
v2= 7.0E-0005 u2= 7.4E-0010 u21=-3.5E-0013 u2/v2= 1.0E-0005 u21/u2=-4.7E-0004 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
t= 1.0E+0004 norma= 1.41421355928279811E+0000
v1= 5.5E-0006 u1=-5.0E-0009 u11=-2.8E-0014 u1/v1=-9.0E-0004 u11/u1= 5.5E-0006 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
v2= 7.0E-0005 u2= 3.9E-0010 u21=-3.5E-0013 u2/v2= 5.5E-0006 u21/u2=-9.0E-0004 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
```

Значение нормы $\left\| \left\{ \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right\}_{k=1}^{2} \right\| = \sqrt{\left(\frac{v_1(t)}{v_1(t_0)} \right)^2 + \left(\frac{v_2(t)}{v_2(t_0)} \right)^2}$ ограничено. Причем ограничение одной и той же константой 1.4142136 неизменно сохраняется при любом уменьшении начальных значений, на несколько порядков включительно. По теореме 4 согласно (5) это указывает на неасимптотическую устойчивость точки покоя. Знаки v_k и u_k не сохраняются в стабильном состоянии на отрезке решения, равно как и знаки u_k и u_k', $k = \text{const}$, $k \in \overline{1,2}$, это проявляется в процессе более подробного вывода данных. Поэтому нельзя применить предложение 4, следствие 3, предложение 5 и следствие 4. Соответственно, нестабильны знаки отношений $\frac{u_k}{v_k}$ и $\frac{u_k'}{u_k}$, поэтому неприменимы теорема 3 и соотношения (13)–(15). Проверка того, что $\forall k \in \overline{1,n}$ $\lim\limits_{t\to\infty} |u_k(t)| = 0$ либо $\lim\limits_{t\to\infty} |u_k(t)|$ не существует, по данным численного эксперимента оказалась неосуществимой. Поэтому нельзя сослаться на следствие 2. Тем не менее не оказалось данных, которые бы противоречили факту ограниченности $\frac{v_1(t)}{v_1(t_0)}$ и $\frac{v_2(t)}{v_2(t_0)}$ в соотношении (5). Остается принять, что согласно теореме 4 и критерию (5) точка покоя системы (36) неасимптотически устойчива. В [18] это утверждение доказано аналитически.

Для оценки устойчивости ненулевого решения $\{v_k(t)\}_{k=1}^{2}$ системы (36), программа RAE11 модифицируется таким образом, что вместо исходного возмущения точно такому же анализу подвергается разность между возмущением $\{\tilde{v}_k(t)\}_{k=1}^{2}$ ненулевого решения и самим этим решением, то есть $\{\tilde{v}_k(t) - v_k(t)\}_{k=1}^{2}$ (в программе ниже – компоненты (vv1-v1) и (vv2-v2)). Соответственно анализируемые производные также переходят в разность производных, $\{\tilde{u}_k(t) - u_k(t)\}_{k=1}^{2}$ (в программе – u11(t,vv1,vv2)-u11(t,v1,v2) и u21(t,vv1,vv2)-u21(t,v1,v2)), аналогично преобразуются вторые производные и связанные с производными компоненты отношений. В остальном программа RAE11 не меняется, – с точностью

до описания новых переменных сохраняется раздел описаний, измененная исполняемая часть программы приводится ниже:

```
begin
k := 0; eps1:=0.00005;  eps2:=0.00005; v1:=1.00005; v2:=1.00005; vv1:=v1+eps1; vv2:=v2+eps2;
t:=0; while t <=10000 do begin
v1:= v1+ h * u1(t,v1,v2); v2:= v2+ h * u2(t,v1 ,v2 ); vv1:= vv1+ h * u1(t,vv1,vv2); vv2:= vv2+ h * u2(t,vv1 ,vv2);
k:=k+1;   if k =  tt then begin
writeln ('t=',t:4,' '); writeln ('norma=',sqrt(sqr((vv1-v1)/eps1)+sqr((vv2-v2)/eps2)):30,' ');
writeln ('vv1-v1=',vv1-v1:4,' ','uvv1-uv1=',u1(t,vv1,vv2)-u1(t,v1,v2):4,' ',
'uvv11-uv11=',u11(t,vv1,vv2)-u11(t,v1,v2):4,' ','(uvv1-uv1)/(vv1-v1)=',
(u1(t,vv1,vv2)-u1(t,v1,v2))/(vv1-v1):4,' ','(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)=',
(u11(t,vv1,vv2)-u11(t,v1,v2))/(u1(t,vv1,vv2)-u1(t,v1,v2)):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-0.1/sqrt(t):4,' ');
writeln ('vv2-v2=',vv2-v2:4,' ','uvv2-uv2=',u2(t,vv1,vv2)-u2(t,v1,v2):4,' ',
'uvv21-uv21=',u21(t,vv1,vv2)-u21(t,v1,v2):4,' ','(uvv2-uv2)/(vv2-v2)=',
(u2(t,vv1,vv2)-u2(t,v1,v2))/(vv2-v2):4,' ','(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)=',(u21(t,vv1,vv2)-u21(t,v1,v2))/(u2(t,vv1,vv2)-
u2(t,v1,v2)):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-0.1/sqrt(t):4,' ');
k:=0 end; t:=t+h; end; readln
end.
```

Начальные значения невозмущенного решения взяты для примера v1:=1.00005; v2:=1.00005; остальное все, как в программе RAE11. Результат работы модифицированной программы:

```
t= 1.0E+0002 norma= 1.98747505986183401E+0002
vv1-v1= 6.1E-0003 uvv1-uv1= 1.1E-0002 uvv11-uv11=-1.1E-0002 (uvv1-uv1)/(vv1-v1)= 1.8E+0000
(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)=-1.1E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0002
vv2-v2=-7.9E-0003 uvv2-uv2= 8.5E-0003 uvv21-uv21= 1.6E-0002 (uvv2-uv2)/(vv2-v2)=-1.1E+0000
(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)= 1.9E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0002
t= 2.0E+0002 norma= 3.95033509945234586E+0002
vv1-v1=-3.7E-0003 uvv1-uv1=-2.7E-0002 uvv11-uv11= 7.1E-0003 (uvv1-uv1)/(vv1-v1)= 7.4E+0000
(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)=-2.6E-0001 -0.1/sqrt(t)=-7.1E-0003
vv2-v2= 1.9E-0002 uvv2-uv2=-5.1E-0003 uvv21-uv21=-3.8E-0002 (uvv2-uv2)/(vv2-v2)=-2.6E-0001
(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)= 7.5E+0000 -0.1/sqrt(t)=-7.1E-0003
t= 3.0E+0002 norma= 5.88927116693107776E+0002
vv1-v1=-1.7E-0002 uvv1-uv1= 3.3E-0002 uvv11-uv11= 3.4E-0002 (uvv1-uv1)/(vv1-v1)=-1.9E+0000
(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)= 1.0E+0000 -0.1/sqrt(t)=-5.8E-0003
vv2-v2=-2.4E-0002 uvv2-uv2=-2.4E-0002 uvv21-uv21= 4.7E-0002 (uvv2-uv2)/(vv2-v2)= 1.0E+0000
(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)=-1.9E+0000 -0.1/sqrt(t)=-5.8E-0003
……
t= 9.9E+0003 norma= 1.17849867942501696E+0004
vv1-v1=-5.7E-0001 uvv1-uv1=-1.6E-0001 uvv11-uv11= 7.7E-0001 (uvv1-uv1)/(vv1-v1)= 2.8E-0001
(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)=-4.7E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
vv2-v2= 1.4E-0001 uvv2-uv2=-6.6E-0001 uvv21-uv21=-1.9E-0001 (uvv2-uv2)/(vv2-v2)=-4.7E+0000
(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)= 2.8E-0001 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
t= 1.0E+0004 norma= 1.18511900536141132E+0004
vv1-v1= 3.6E-0001 uvv1-uv1= 5.4E-0001 uvv11-uv11=-4.9E-0001 (uvv1-uv1)/(vv1-v1)= 1.5E+0000
(uvv11-uv11)/(uvv1-uv1)=-9.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
vv2-v2=-4.7E-0001 uvv2-uv2= 4.2E-0001 uvv21-uv21= 6.2E-0001 (uvv2-uv2)/(vv2-v2)=-9.0E-0001
(uvv21-uv21)/(uvv2-uv2)= 1.5E+0000 -0.1/sqrt(t)=-1.0E-0003
```

Значение нормы $\left\| \left\{ \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right\}_{k=1}^{2} \right\|$ растет от 1.98747505986183401E+0002 до 1.18511900536141132E+0004.

Согласно теореме 4 и соотношению (5) точка покоя системы (36) неустойчива. В [18] это утверждение аналитически доказано одновременно для всех ненулевых решений.

Пусть теперь рассматривается линейная однородная система с постоянной матрицей коэффициентов

$$V' = AV, \tag{37}$$

$$A = \begin{pmatrix} -1 & -0.9 & 0.7 & -0.1 \\ 0.8 & -0.9 & 0.5 & 0.2 \\ -0.3 & 0.4 & -0.2 & -0.6 \\ 0.7 & -0.2 & 0.9 & -1.4 \end{pmatrix}. \tag{38}$$

Устойчивость системы будет анализироваться непосредственно по изложенной схеме и по аналогичной программе с той разницей, что уравнений не два, а четыре. Соответственно, должен рассматриваться вектор из четырех компонентов $V(t)=\left\{\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)}\right\}_{k=1}^{4}$. Для каждого компонента свои первая и вторая производные, и в программе должны быть не две, а четыре подпрограммы-функции, описывающие первые производные, и столько же функций для описания вторых производных. По сути больше ничего в программе не меняется, но требуются две оговорки. Во-первых, производные задаются тривиально, исходя из того, что $V'(t)=AV(t)$, $V''(t)=AV'(t)=A^2V(t)$, то есть для задания второй производной требуется квадрат исходной матрицы. Во-вторых, как показано в [9] и отмечалось выше, все рассмотренные критерии устойчивости достаточно применить не к совокупности решений с начальным вектором из окрестности нуля, а к любому одному решению с произвольным начальным вектором, все компоненты которого отличны от нуля. Полученный результат устойчивости или неустойчивости будет означать устойчивость или неустойчивость всей системы [1]. Анализ системы (37) с сохранением обозначений программы RAE11 выполняет следующая программа.

```
program RAE111111; {$APPTYPE CONSOLE} uses  SysUtils;
const n=4; h = 0.0001; tt=100000; type matr=array[1..n,1..n] of extended;
const D:matr=((-1,-0.9, 0.7,-0.1),
              (0.8,-0.9, 0.5, 0.2),
              (-0.3,0.4,-0.2,-0.6),
              (0.7,-0.2,0.9,-1.4));
    {D:matr=((1,-0.9, 0.7,-0.1),
              (0.8,0.9, 0.5, 0.2),
              (-0.3,0.4,0.2,-0.6),
              (0.7,-0.2,0.9,1.4));}
var  a,a1,c: matr; i,j,l,k: integer; s,t,v1,v2,v3,v4,v10,v20,v30,v40,eps1,eps2,eps3,eps4: extended;
function u1(var a:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u1:=a[1,1]*v1+a[1,2]*v2+a[1,3]*v3+a[1,4]*v4; end;
function u2(var a:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u2:=a[2,1]*v1+a[2,2]*v2+a[2,3]*v3+a[2,4]*v4; end;
function u3(var a:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u3:=a[3,1]*v1+a[3,2]*v2+a[3,3]*v3+a[3,4]*v4; end;
function u4(var a:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u4:=a[4,1]*v1+a[4,2]*v2+a[4,3]*v3+a[4,4]*v4; end;
function u11(var a1:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u11:=a1[1,1]*v1+a1[1,2]*v2+a1[1,3]*v3+a1[1,4]*v4; end;
function u21(var a1:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u21:=a1[2,1]*v1+a1[2,2]*v2+a1[2,3]*v3+a1[2,4]*v4; end;
function u31(var a1:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u31:=a1[3,1]*v1+a1[3,2]*v2+a1[3,3]*v3+a1[3,4]*v4; end;
function u41(var a1:matr;var t,v1,v2,v3,v4:extended):extended;
begin u41:=a1[4,1]*v1+a1[4,2]*v2+a1[4,3]*v3+a1[4,4]*v4; end;
begin
for i:=1 to n do for j:=1 to n do begin a[i,j] := D[i,j]; end;
for i := 1 to n do for j := 1 to n do begin s:= 0;  for l:= 1 to n do s:= s+a[ i , l ]*a[ l , j ]; a1[i, j]:= s  end;
k := 0; eps1:=0.000005; eps2:=0.000005; eps3:=0.000005; eps4:=0.000005; v1:=eps1; v2:=eps2; v3:=eps3; v4:=eps4;
t:=0; while t <=10000 do begin v1:= v1+h*u1(a,t,v1,v2,v3,v4); v2:= v2+h*u2(a,t,v1,v2,v3,v4);
v3:= v3+h*u3(a,t,v1,v2,v3,v4); v4:= v4+h*u4(a,t,v1,v2,v3,v4); k:=k+1; if k=tt then begin
writeln ('t=',t:4,' '); writeln ('norma=',sqrt(sqr(v1/eps1)+sqr(v2/eps2)+sqr(v3/eps3)+sqr(v4/eps4)):30,' ');
writeln ('v1=',v1:4,' ','u1=',u1(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u11=',u11(a1,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u1/v1=',
u1(a,t,v1,v2,v3,v4)/v1:4,' ','u11/u1=',u11(a1,t,v1,v2,v3,v4)/u1(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-20/sqrt(t):4,' ');
writeln ('v2=',v2:4,' ','u2=',u2(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u21=',u21(a1,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u2/v2=',
u2(a,t,v1,v2,v3,v4)/v2:4,' ','u21/u2=',u21(a1,t,v1,v2,v3,v4)/u2(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-20/sqrt(t):4,' ');
writeln ('v3=',v3:4,' ','u3=',u3(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u31=',u31(a1,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u3/v3=',
u3(a,t,v1,v2,v3,v4)/v3:4,' ','u31/u3=',u31(a1,t,v1,v2,v3,v4)/u3(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-20/sqrt(t):4,' ');
writeln ('v4=',v4:4,' ','u4=',u4(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u41=',u41(a1,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','u4/v4=',
u4(a,t,v1,v2,v3,v4)/v4:4,' ','u41/u4=',u41(a1,t,v1,v2,v3,v4)/u4(a,t,v1,v2,v3,v4):4,' ','-0.1/sqrt(t)=',-20/sqrt(t):4,' ');
k:=0 end; t:=t+h; end; readln end.
```

Результат работы программы:

```
t= 1.0E+0001 norma= 1.78676640589015832E-0001
v1=-5.3E-0008 u1= 1.0E-0008 u11=-2.8E-0009 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.6E-0001 -0.1/sqrt(t)=-6.3E+0000
v2= 5.0E-0007 u2=-1.0E-0007 u21= 2.0E-0008 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-6.3E+0000
```

v3= 6.4E-0007 u3=-1.3E-0007 u31= 2.7E-0008 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-6.3E+0000
v4= 3.7E-0007 u4=-7.4E-0008 u41= 1.4E-0008 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-6.3E+0000
t= 2.0E+0001 norma= 2.33223801465169568E-0002
v1=-6.9E-0009 u1= 1.4E-0009 u11=-2.9E-0010 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-4.5E+0000
v2= 6.6E-0008 u2=-1.3E-0008 u21= 2.7E-0009 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-4.5E+0000
v3= 8.3E-0008 u3=-1.7E-0008 u31= 3.5E-0009 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-4.5E+0000
v4= 4.8E-0008 u4=-9.7E-0009 u41= 2.0E-0009 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-4.5E+0000
……...
t= 2.7E+0003 norma= 1.07878879748941343E-0236
v1=-3.2E-0243 u1= 6.5E-0244 u11=-1.3E-0244 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v2= 3.0E-0242 u2=-6.2E-0243 u21= 1.3E-0243 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v3= 3.9E-0242 u3=-7.9E-0243 u31= 1.6E-0243 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v4= 2.2E-0242 u4=-4.5E-0243 u41= 9.1E-0244 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
t= 2.7E+0003 norma= 1.40816655776991311E-0237
v1=-4.2E-0244 u1= 8.5E-0245 u11=-1.7E-0245 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v2= 4.0E-0243 u2=-8.1E-0244 u21= 1.6E-0244 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v3= 5.0E-0243 u3=-1.0E-0243 u31= 2.1E-0244 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
v4= 2.9E-0243 u4=-5.9E-0244 u41= 1.1E-0244 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-3.9E-0001
……..
t= 1.0E+0004 norma= 5.47291005571722000E-0884
v1=-1.6E-0890 u1= 3.3E-0891 u11=-6.7E-0892 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v2= 1.5E-0889 u2=-3.1E-0890 u21= 6.4E-0891 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v3= 2.0E-0889 u3=-4.0E-0890 u31= 8.1E-0891 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v4= 1.1E-0889 u4=-2.3E-0890 u41= 4.6E-0891 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
t= 1.0E+0004 norma= 7.14390892089263713E-0885
v1=-2.1E-0891 u1= 4.3E-0892 u11=-8.7E-0893 u1/v1=-2.0E-0001 u11/u1=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v2= 2.0E-0890 u2=-4.1E-0891 u21= 8.3E-0892 u2/v2=-2.0E-0001 u21/u2=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v3= 2.6E-0890 u3=-5.2E-0891 u31= 1.0E-0891 u3/v3=-2.0E-0001 u31/u3=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001
v4= 1.5E-0890 u4=-3.0E-0891 u41= 6.1E-0892 u4/v4=-2.0E-0001 u41/u4=-2.0E-0001 -0.1/sqrt(t)=-2.0E-0001

Относительно полученных данных можно повторить сказанное относительно данных анализа системы (34): на примере системы (37) с матрицей (38) подтверждаются все предложенные признаки асимптотической устойчивости. В частности, норма $\| V(t) \|$ монотонно убывает до 10^{-885}, что согласно (6) указывает на асимптотическую устойчивость точки покоя. Компоненты v_k, u_k, u_k' убывают к нулю. При этом v_k и u_k' всегда имеют одинаковый знак, который противоположен знаку u_k, что согласно следствию 5 и теореме 8 также указывает на асимптотическую устойчивость. Отношения $\frac{u_k}{v_k}$ отрицательны и отделены от нуля, это означает признак асимптотической устойчивости. Выполнены условия (19), $0 < c_0 < 1$, и применима теорема 6, причем $\frac{u_k'}{u_k}$ отрицательны и отделены от нуля, отсюда следует (21), также указывая на асимптотическую устойчивость. В шестом столбце значения функции $-0.1t^{-0.5}$, из строк видно, что выполняется (33), по теореме 10 это еще одно условие асимптотической устойчивости. Таким образом, все признаки в программной реализации указывают на асимптотическую устойчивость системы (37) с матрицей (38). Если в этой матрице изменить на противоположный знак верхнего элемента главной диагонали, как закомментировано в программе, и повторить программу с полученной матрицей, то возникнет переполнение. Если сократить отрезок решения в 10 раз, то выходные данные покажут критический рост нормы $\| V(t) \|$, означающий неустойчивость, при этом данные в строках не будут соответствовать признакам устойчивости. Такое поведение систем вида (37) характерно, в случае асимптотической устойчивости выходные данные программ соответствуют всем предложенным признакам. В случае неасимптотической устойчивости иначе, однако на устойчивость всегда указывает ограниченность нормы по критерию (5), соответствующие примеры приведены в [9]. Неустойчивость системы неизменно идентифицируется по монотонному росту нормы $\| V(t) \|$ согласно тому же критерию.

В целом во всех проведенных численных экспериментах всегда подтверждалась достоверность критериев (5), (6), эквивалентных интегральной форме критериев (7), (8), остальные критерии, в зависимости от конкретной задачи, численно либо согласовались с ними, либо не оказывались с ними в противоречии.

Заключение

Изложен компьютерно-ориентированный метод анализа устойчивости решения системы ОДУ по сочетаниям знаков компонентов решения и их производных. Сформулированы необходимые и достаточные условия устойчивости в инвариантной форме, представлено их математическое

обоснование. Выполнена алгоритмизация и инвариантная компьютерная реализация метода на основе приближенного решения системы. Представлен численный эксперимент, даны коды программ, описаны результаты их работы. Данные численного моделирования подтверждают предложенные аналитические условия устойчивости.

Список литературы

1. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Изд-во «Науку – всем», 2019. 480 с.

2. Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова: анализ динамических свойств нелинейных систем. М.: Физматлит, 2001. 376 с.

3. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Физматлит, 2010. 558 с.

4. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления. М.: ЛЕНАНД, 2019. 500 с.

5. Новиков М.А. О вычислительных способах достаточных условий устойчивости автономных консервативных систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 1 (41). С. 28–36.

6. Giesl P.A., Hafstein S.F. Computation of Lyapunov functions for nonlinear discrete time systems by linear programming // J. Difference Equ. Appl. 2014. 20. P. 610–640.

7. Giesl P.A., Hafstein S.F. Revised CPA method to compute Lyapunov functions for nonlinear systems // J. of Math. Anal. And Appl. February 2014. Vol. 410. Issue 1. P. 292–306.

8. Giesl P.A., Hafstein S.F. Review on computational methods for Lyapunov functions // Discrete & Continuous Dynamical Systems. B. 2015. 20 (8). P. 2291–2331.

9. Ромм Я.Е. Компьютерно-ориентированный анализ устойчивости решений дифференциальных систем // Современные наукоемкие технологии. № 4. 2020. С. 42–63. DOI: 10.17513/snt.37973.

10. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1. СПб.: Изд-во «Лань», 2018. 608 с.

11. Крищенко А.П. Устойчивость движения автономных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 44 с.

12. Ромм Я.Е. Моделирование устойчивости по Ляпунову на основе преобразований разностных схем решений обыкновенных дифференциальных уравнений // Известия РАН. Математическое моделирование. 2008. Т. 20. № 12. С. 105–118.

13. Ромм Я.Е. Компьютерно-ориентированный анализ устойчивости на основе рекуррентных преобразований разностных решений обыкновенных дифференциальных уравнений // Кибернетика и системный анализ. 2015. Т. 51. № 3. С. 107–124.

14. Пиголкина Т.С. Автономные системы. Фазовые траектории. Элементы теории устойчивости. М.: Изд-во МФТИ, 2013. 40 с.

15. Ромм Я.Е., Буланов С.Г. Численное моделирование устойчивости по Ляпунову // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 7. С. 42–60. DOI: 10.17513/snt.38752.

16. Джанунц Г.А., Ромм Я.Е. Варьируемое кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с итерационным уточнением // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. Т. 57. № 10. С. 1641–1660.

17. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1971. 534 с.

18. Чезари Л. Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Мир, 1964. 478 с.

УДК 004.75

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Степанова М.В.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: stepanova@bmstu.ru

Появление концепции Интернета вещей (ИВ) и создание инфраструктур цифровых решений на основе данной концепции породило как новые возможности, так и новые вызовы для таких цифровых решений. В основе концепции и инфраструктуры Интернета вещей заложен принцип гетерогенной и распределенной инфраструктуры за счет встраивания различных вычислительных модулей в объекты окружающего мира и их взаимной интеграции, их интеграции с иными инфраструктурами. При таком принципе возникает ряд критических проблем при реализации распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ, прежде всего, связанных с оптимальным управлением несколькими потоками данных и команд, а также с распределением вычислительной нагрузки на узлы инфраструктуры Интернета вещей. При этом также необходимо учитывать, что состав, месторасположение узлов и состояние распределенной вычислительной системы Интернета вещей могут динамически изменяться вследствие внутренних и внешних процессов. Первоначальная идея концепции Интернета вещей заключалась в саморегулирующейся распределенной инфраструктуре, в которой каждый узел взаимодействует с остальными напрямую, без централизованного посредника. Однако на сегодняшний день в основном преобладают архитектуры построения инфраструктур Интернета вещей по централизованному типу вычислений, что делает актуальной проблему оптимальной балансировки нагрузки и самостоятельного интеллектуального взаимодействия узлов на распределенной вычислительной системе Интернета вещей. В данной статье предлагаются такие механизмы и метод решения данного вопроса на основе подхода машинного обучения с подкреплением, которые позволяют распределенной вычислительной системе Интернета вещей быстро реагировать на внутренние процессы и окружающую среду в режиме реального времени в неопределенных условиях.

Ключевые слова: Интернет вещей, машинное обучение, обучение с подкреплением, распределенные вычислительные системы, кластеризация

A MODIFIED METHOD OF ASSIGNING TASKS IN A DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEM OF THE INTERNET OF THINGS

Stepanova M.V.

Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow, e-mail: stepanova@bmstu.ru

The emergence of the concept of the Internet of Things and the creation of infrastructures for digital solutions based on this concept has generated both new opportunities and new challenges for such digital solutions. The concept and infrastructure of the Internet of Things is based on the principle of a heterogeneous and distributed infrastructure by embedding various computing modules into objects of the surrounding world and their mutual integration, and their integration with other infrastructures. With this principle, a number of critical problems arise in the implementation of a distributed computing system based on IoT objects, first of all, associated with the optimal control of several data and command streams, as well as with the distribution of the computational load on the nodes of the IoT infrastructure. It should also be borne in mind that the composition, location of nodes, and the state of the distributed computing system of the Internet of Things can dynamically change due to internal and external processes. The original idea behind the concept of the Internet of Things was a self-regulating distributed infrastructure in which each node interacts directly with the others, without a centralized intermediary. However, today the architecture of building IoT infrastructures based on the centralized type of computing is mainly dominated, which makes the issue of optimal load balancing and independent intelligent interaction of nodes on the distributed computing system of the IoT urgent. This article proposes such mechanisms and a method for solving this issue based on a reinforcement learning approach, which allows the distributed computing system of the Internet of Things to quickly respond to internal processes and the environment in real time under uncertain conditions.

Keywords: internet of things, machine learning, reinforcement learning, distributed computing systems, clustering

В основе Интернета вещей (ИВ) заложена концепция динамической автономной инфраструктуры [1], что делает ключевым аспектом самостоятельное взаимодействие устройств в инфраструктуре ИВ. Вопрос о данном взаимодействии был первоначально обозначен в 2009 г. [2], затем был повторно рассмотрен в 2015 г. [1], однако до сих пор его рассмотрение и решение является актуальными [3].

Ведущиеся исследования по созданию механизмов интеллектуального взаимодействия устройств ИВ направлены, в целом, на сокращение времени взаимодействия устройств и повышение качества обслуживания [4–6].

Самым распространенным типом взаимодействия устройств ИВ является централизованный тип архитектуры, характеризующийся наличием узла, выделенного

в качестве центрального и обеспечивающего: консолидацию всех данных и заданий; управление данными и заданиями; управление устройствами [7, 8]. При данном типе устройство отправляет данные или задание на центральный узел, а центральный узел производит необходимую обработку и принимает дальнейшее решение по управлению. Поскольку вся логика управления и хранения данных находится на центральном узле, то это создает ряд проблем для инфраструктуры ИВ (характерных для централизованной архитектуры), таких как:

– высокая вычислительная нагрузка на центральный узел (или облако);

– управление гетерогенными устройствами и их мониторинг;

– масштабируемость при подключении новых устройств, пользователей, приложений;

– управление сетевым трафиком;

– управление устройствами при их перемещении на местности;

– постоянное изменение параметров передающей среды;

– необходимость в поддержке множества сетевых протоколов.

Для снижения влияния указанных проблем на всю инфраструктуру ИВ может быть использован децентрализованный подход, в частности предложенный в структуре граничных вычислений (Edge Computing) [8], при котором нагрузка с центрального узла переносится на удаленные или пограничные узлы сети. Таким образом, за счет распределения логики управления и хранения данных с центрального узла на пограничные узлы можно получить следующие преимущества:

– сократить сетевой трафик внутри инфраструктуры ИВ;

– снизить вычислительную нагрузку на центральном узле.

Перечисленные преимущества граничных вычислений перед централизованным типом архитектуры являются значимыми, однако не представляются в полной мере достаточными для рассмотрения граничных вычислений в качестве основного подхода в целях обеспечения децентрализованной архитектуры для ИВ, поскольку не позволяют решить остальные проблемы. Следовательно, описанные проблемы централизованного типа архитектуры полностью не решаются, в первую очередь, за счет того, что принцип взаимодействия устройств и пограничных узлов сети основан на централизованном типе архитектуры. А именно: во взаимодействие между устройством и основным центральным узлом добавляется пограничный узел сети (например, шлюз), который, в свою очередь, является центральным узлом для устройств и одновременно устройством для основного центрального узла. Таким образом, архитектура по типу граничных вычислений, в конечном итоге, испытывает те же проблемы масштабирования, перегрузки узлов, регулирования трафика и т.д. Более того, в [9, 10] отмечаются критические проблемы граничных вычислений, особенно в отношении задержек, управляемости, надежности, выборочного получения данных и выполнения задач пользователя.

Таким образом, для распределенной вычислительной системы ИВ должны быть предусмотрены подходы и механизм, снижающие негативное влияние централизованного типа архитектуры (в том числе и подобных архитектуре граничных вычислений) и обеспечивающие ее автономность.

В данной работе представлены механизм и метод, которые не имеют цели заменить существующие архитектурные решения и подходы, но позволяют повысить надежность и масштабируемость инфраструктуры ИВ, в частности распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ, сделав ее более гибкой и автономной.

Материалы и методы исследования

1. Архитектура шаблона взаимодействия инфраструктуры Интернета вещей

В [11] определены четыре основных шаблона (паттерна) взаимодействия интеллектуальных объектов:

– устройство – устройство;

– устройство – облако;

– устройство – шлюз;

– обратный паттерн совместного использования данных.

Шаблоны могут быть реализованы и использованы как по отдельности, так и в комбинациях, которые приведены на рис. 1.

В зависимости от конкретной бизнес-задачи, специфики или сферы деятельности можно выделить следующие возможные комбинации шаблонов взаимодействия:

– облако – шлюз – устройство;

– центральный узел – шлюз – устройство;

– центральный узел – устройство.

Данные взаимодействия обобщены в соответствии с используемыми подходами [12, 13]. Однако для реализации механизмов и методов назначения заданий и обеспечения автономности устройств в распределенной вычислительной системе Интернета вещей, применимых к различным сферам деятельности, необходимо учитывать аспекты использования каждого шаблона взаимодействия [11]. С данной целью рассматривается обобщенный шаблон взаимодействия в инфраструктуре

Интернета вещей (рис. 1). Для его реализации необходимо определить множество условий и предположений:

– на каждом узле должно быть установлено программное обеспечение, такое как виртуальная машина (ВМ, VM – virtual machine), которая совместима с конкретным устройством и уменьшает влияние специфики аппаратного обеспечения от конкретного производителя. Данное условие является необходимым для реализации обобщенной архитектуры взаимодействия инфраструктуры ИВ;

На начальном этапе работы алгоритма осуществляется формирование кластеров устройств с помощью метода машинного обучения без учителя – метод нечеткой кластеризации С-средних (Fuzzy C-Means), который основан на данных о сходстве множеств и является алгоритмом мягкой кластеризации. Принцип мягкой кластеризации для ИВ подразумевает, что одно устройство может быть отнесено не к одному кластеру, а способно принадлежать к нескольким множествам кластеров одновременно, что крайне важно при оценке

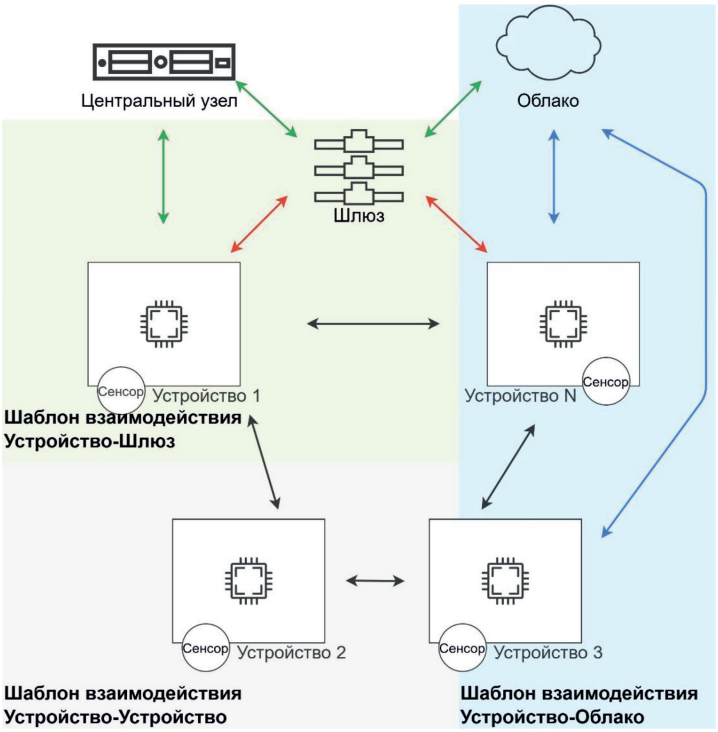


Рис. 1. Обобщенный шаблон взаимодействия в инфраструктуре Интернета вещей

– устройства должны поддерживать любую реализацию физического уровня модели OSI (Open Systems Interconnection);

– взаимодействие внутри инфраструктуры ИВ должно быть реализовано по клиент-серверной модели, причем назначения ролей сервера и клиента могут меняться;

– взаимодействие внутри инфраструктуры ИВ должно обеспечиваться посредством одного и того же протокола.

2. Кластеризация устройств Интернета вещей

В данной работе реализован модифицированный алгоритм назначения заданий в распределенной вычислительной системе Интернета вещей, функционирование которого состоит из нескольких этапов.

принятия решений, поскольку инфраструктура ИВ, как правило, подвержена динамическим изменениям, таким как: изменение местоположения устройств, изменение технологии передачи данных, изменение типа решаемого задания и т.д.

Для задачи кластеризации устройств необходимо определить следующие требования к алгоритму FCM (Fuzzy C-Means):

– количество кластеров является постоянным и конечным;

– центроид кластера рассчитывается следующим образом [14]:

$$u_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^{c}\left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}}\right)^{2/(m-1)}}, \qquad (1)$$

$$v_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} u_{ik}^m x_i}{\sum_{i=1}^{n} u_{ik}^m}, \quad (2)$$

где d_{ik} – евклидово расстояние от устройства ИВ до центроида, i – номер устройства, x_i – устройство ИВ, k – номер кластера, m – индекс нечеткости. Индекс нечеткости определяет степень нечеткости: чем больше значение индекса, тем выше степень нечеткости. Обычно значение индекса принимается равным: $m = 2$ [15]. Однако величина индекса зависит от распределения величины кластера [16].

Для учета динамических изменений в распределенной вычислительной системе Интернета вещей и реализации алгоритма по назначению заданий в ней задается модель устройства ИВ. Данная модель позволяет устройствам обмениваться информацией, что позволяет провести оценку возможности совместной работы и принятия решений.

3. Модель устройства Интернета вещей

Устройства ИВ выпускаются множеством производителей, которые могут предоставляться в рамках как закрытой, или проприетарной, инфраструктуры ИВ, так и открытой. Кроме того, существует множество комплексных решений ИВ, закрытых в принципе для разработки и манипуляций со стороны пользователя. Однако следует отметить, что наблюдается тенденция роста использования открытых, или свободных, решений за счет стандартизации устройств, протоколов, используемого открытого программного обеспечения и типовой аппаратуры.

Независимо от многообразия устройств ИВ и их принадлежности к открытой или закрытой инфраструктуре общими характеристиками, которыми они обладают, являются:

– информация о состоянии (State) устройства: характеристики, режимы работы, потребляемая энергия; вычислительная способность [17] и т.д.;

– информация о расположении (Location) устройства: статическое или динамическое позиционирование устройства, удаленность устройства от других элементов инфраструктуры ИВ;

– информация о состоянии сети связи (Network): скорость передачи данных, пропускная способность канала, стабильность канала.

Для реализации назначения заданий вводится дополнительный параметр Label, который указывает тип решаемого задания. Таким образом, общий вид модели устройства (D, Device) описывается в виде интегральной характеристики:

$$D = (Label, State, Location, Network). \quad (3)$$

4. Оценка устройств Интернета вещей и назначение заданий

Для определения устройства ИВ, которое наиболее подходит под назначенное ему задание и наиболее эффективно выполнит полученное задание, используется машинное обучение с подкреплением. Обучение с подкреплением – это разновидность машинного обучения, которая основывается на получении реакции от окружающей среды в режиме реального времени либо в режиме, близком к реальному времени.

Для реализации алгоритма по оценке устройств ИВ и назначения заданий с помощью обучения с подкреплением требуется выполнение следующих условий:

– необходимость хранить актуальную информацию об устройствах в реальном времени либо в режиме, близком к реальному времени. Состояние и поведение устройств ИВ могут быстро изменяться, причем не всегда это можно предсказать;

– устройства ИВ ограничены в таких ресурсах, как: память, вычислительная способность, режимы работы и т.п.

Обучение с подкреплением использует понятия агента и среды. Агент – сущность, имеющая собственное состояние и набор выполняемых действий: а среда – это все, что окружает агента и дает реакцию (вознаграждение) на действия агента.

В роли агента ранее рассматривался центральный узел, а среды – устройства ИВ [18]. Использование машинного обучения с подкреплением позволяет обеспечить взаимодействие между центральным узлом и непосредственно устройством ИВ, что дает возможность реализовать распределенные вычисления на основе инфраструктуры ИВ [18, 19].

В данной работе рассматривается модифицированная архитектура, при которой в роли агента выступает устройство ИВ, которое оценивает другие устройства ИВ; в роли окружающей среды – устройства ИВ, которые оцениваются для распределения заданий. Таким образом, каждое устройство ИВ может быть и агентом, и средой. В данном случае каждое устройство может делегировать задание другому, что обеспечивает назначение заданий в распределенной вычислительной системе Интернета вещей, повышает его автономность и степень интеллектуального взаимодействия устройств.

Модифицированная архитектура, рассматриваемая в данной работе, показана на рис. 2.

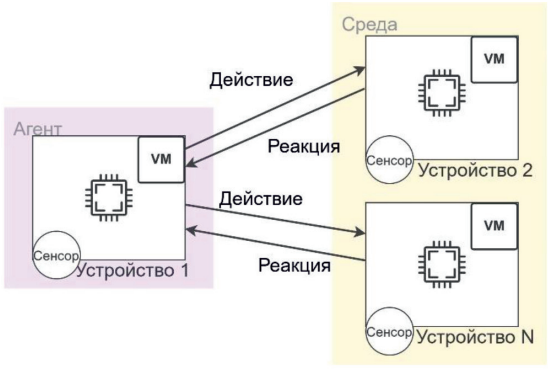


Рис. 2. Модель агент – окружающая среда

У алгоритма обучения с подкреплением есть два режима работы, которые в данном случае будут модифицированы следующим образом:

– этап исследования: устройство отправляет запросы другим устройствам в кластере. Если устройства в кластере активны, то они подготавливают и формируют обратное сообщение – сигнал вознаграждения;

– этап эксплуатации: устройство оценивает полученное вознаграждение и выбирает соответствующее устройство кластера для отправки задания на выполнение.

5. Модифицированный алгоритм взаимодействия инфраструктуры ИВ

Разработка модифицированного алгоритма осуществлялась на основе ранее проведенных исследований [18].

Модифицированный метод взаимодействия элементов инфраструктуры ИВ показан на рис. 3.

Указанный подход сокращает количество транзакций между устройством и главным узлом, в отличие от централизованного типа архитектуры ИВ, когда все транзакции должны быть адресованы главному узлу.

Следующий алгоритм описывает взаимодействие в инфраструктуре ИВ с учетом предложенной модификации.

Шаг 0. Установка начальных значений состояния элементов инфраструктуры ИВ. Главный узел посылает запросы всем устройствам для получения информации о них в соответствии с (1). Главный узел сохраняет список устройств и связанную с ними информацию. Главный узел вычисляет кластеры устройств на основе близости их интегральных характеристик.

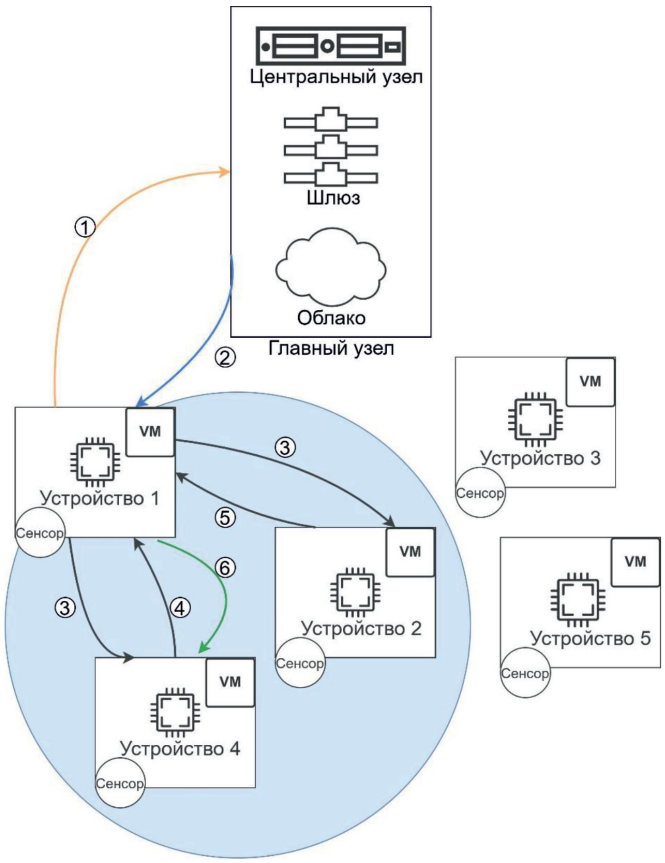


Рис. 3. Взаимодействие в инфраструктуре ИВ

Шаг 1. Каждое устройство посылает запрос на главный узел для получения информации о своей принадлежности к кластеру и о других устройствах того же кластера.

Шаг 2. Главный узел отвечает устройствам сообщением, в котором передается принадлежность к кластеру. В случае изменения местоположения устройство возвращается на Шаг 1.

Шаг 3. Устройство, которому необходимо выполнить задание, посылает запросы всем устройствам в том же кластере, если одно из них способно выполнить задание требуемого типа.

Шаг 4. Запрошенные устройства отправляют ответное сообщение в соответствии с информацией (3).

Шаг 5. Выполняется оценка полученных сообщений от устройств тем устройством, которое имеет задание на исполнение.

Шаг 6. Задание отправляется на соответствующее устройство для обработки. Информация о назначенном устройстве обновляется.

Шаг 7. В случае возникновения проблем (например, задача не может быть соответствующим образом обработана устройствами из кластера) распределяющее устройство сообщает об этом главному узлу и посылает запрос на переквалификацию к другому устройству или на включение в новый кластер – Шаг 1.

6. Результаты исследований

Для решаемой в данной работе задачи выбрано значение индекса нечеткости $m = 4$.

Однако определение оптимального числа кластеров само по себе является открытой темой исследований [20]. В данной работе значение количества кластеров фиксировано и равно 5. На рис. 4 показаны результаты процесса кластеризации алгоритмом FCM, реализованным на Шаге 0.

Левая часть рис. 4 показывает поле распределения точек данных характеристик исследуемых устройств ИВ. Каждое устройство ИВ сформировало свои характеристики в соответствии с (1). Для каждой точки данных, описывающей каждую характеристику устройства ИВ, рассчитывается близость к центроидам кластера по евклидову расстоянию. Значения центроидов итеративно пересчитываются. На правой части рис. 4 показаны результаты кластеризации устройств ИВ, где видно, что устройства с близкими характеристиками образуют кластер.

Для анализа поведения модифицированного алгоритма распределения заданий необходимо сделать следующие допущения:

– количество устройств ИВ и узлов в инфраструктуре ИВ постоянно;

– значение параметра ε постоянное и имеет значение 0,1;

– значение вознаграждения изменяется в диапазоне [0; 1];

– количество узлов в каждом кластере переменное.

Данные допущения введены согласно проведенным ранее исследованиям [18].

На рис. 5 показано изменение значений вознаграждений в пределах одного кластера в зависимости от изменения количества устройств ИВ в кластере. Устройства сохраняют свои значения вознаграждений до нового запроса устройства, которое назначает задание.

После ряда временных шагов устройство отправляет запросы ко всем устройствам в кластере и выполняет обновление сигналов вознаграждений. Распределяющее устройство проводит оценку и отправляет задание на то устройство, которое выполнит его наилучшим способом.

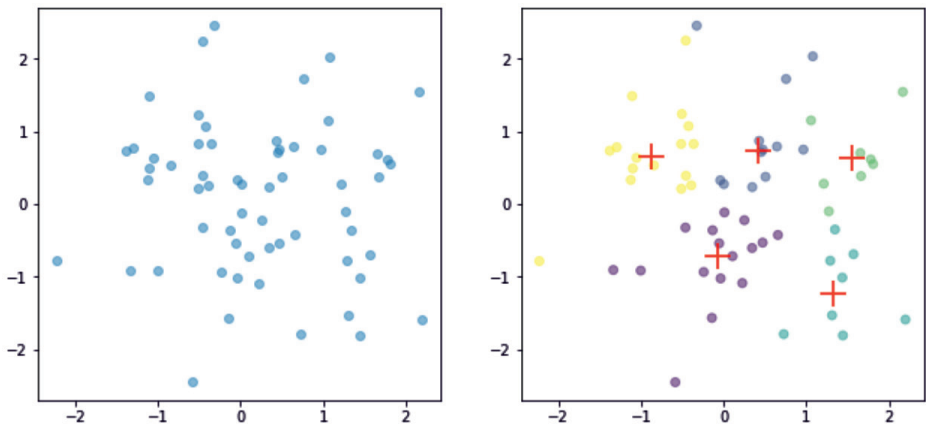


Рис. 4. Кластер устройств ИВ

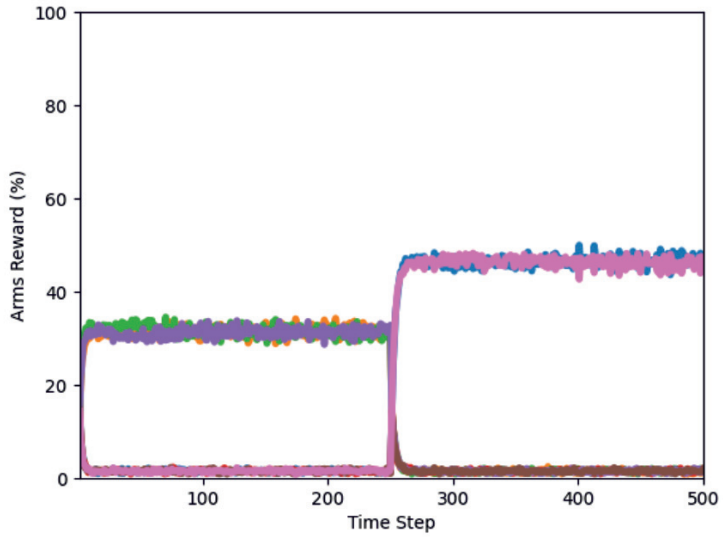


Рис. 5. Выбор наилучшего устройства (от 5 до 7 устройств ИВ, 2000 симуляций)

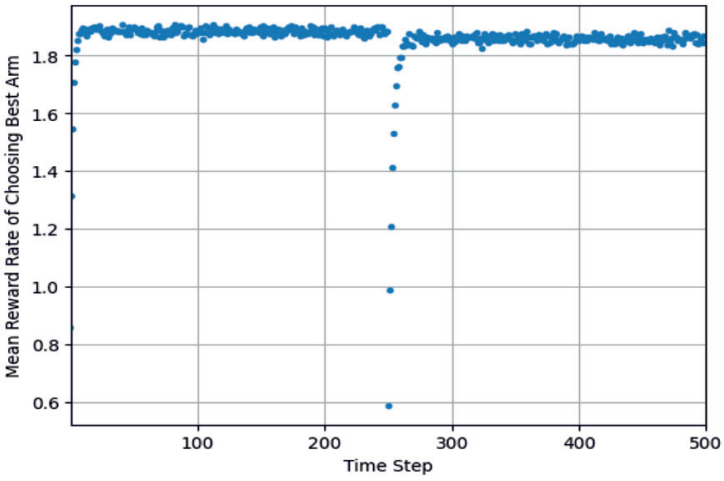


Рис. 6. Среднее значение вознаграждения при выборе лучшего устройства ИВ (от 5 до 7 устройств ИВ, 2000 симуляций)

На рис. 6 показано среднее значение вознаграждения для случаев в 7 и 7 устройств (левая и правая части рисунка). При меньшем количестве устройств ИВ наибольшее среднее значение вознаграждения достигается быстрее, чем с большим количеством устройств. Более того, среднее значение вознаграждения выше, если сами значения вознаграждений выше, что определяется поведением алгоритма [21].

Заключение

Принципы автономности и саморегулирования объектов Интернета вещей, которые изначально заложены в концепции Интернета вещей, остаются открытыми вопросами для проведения исследований. Существующие подходы взаимодействия элементов инфраструктуры основаны на централизации управления. Однако простота такого решения приводит к возникновению проблем масштабирования и перегрузки каналов связи и объектов Интернета вещей. Более того, архитектура инфраструктуры Интернета вещей, реализованная по централизованному принципу, не позволяет достичь первоначальной идеи Интернета вещей: самоуправление объектов. Таким образом, предложенный новый подход к реализации объектов Интернета вещей

позволяет устранить ряд существующих проблем взаимодействия. В работе предложены обобщенный шаблон взаимодействия устройств Интернета вещей, модель устройства и инфраструктуры Интернета вещей, а также модифицированный метод назначения заданий по устройствам ИВ на основе машинного обучения с подкреплением с использованием алгоритма Fuzzy C-Means. Такой подход позволяет динамически контролировать узлы инфраструктуры ИВ и управлять ими, снижает сетевой трафик и вычислительную нагрузку центрального узла, позволяет учитывать специфику узлов Интернета вещей и дает возможность поддерживать гибкость системы в реальном времени при неопределенных условиях среды.

Список литературы

1. Eleftherakis G., Pappas D., Lagkas T., Rousis K., Paunovski O. Architecting the IoT Paradigm: A Middleware for Autonomous Distributed Sensor Networks. Hindawi Publishing Corporation.International Journal of Distributed Sensor Networks. 2015. DOI: 10.1155/2015/139735.

2. Rozik A.S., Tolba A.S., El-Dosuky M.A. Design and Implementation of the Sense Egypt Platform for Real-Time Analysis of IoT Data Streams. Advances in Internet of Things. 2016. Vol. 6. No. 4.

3. Zaidan A.A., Zaidan B.B., Qahtan M.Y., Albahri O.S., Albahri A.S., Alaa M., Jumaah F.M., Talal M., Tan K.L., Shir W.L., Lim C.K. A survey on communication components for IoT-based technologies in smart homes. Telecommun Syst 69. 2018. P. 1–25. DOI: 10.1007/s11235-018-0430-8.

4. Tanganelli G., Vallati C., Mingozzi E. Ensuring Quality of Service in the Internet of Things. 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-58190-3_9.

5. Bigi P., Tansu A., Jiong J., Marimuthu P. Distributed Real-Time IoT for Autonomous Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2018. P. 1–1. DOI: 10.1109/TII.2018.2877217.

6. Vermesan O., Bahr R., Ottella M., Serrano M., Karlsen T., Wahlstrom T.,Erik Sand H., Ashwathnarayan M., Micaela Troglia M. Internet of Robotic Things Intelligent Connectivity and Platforms. 2020. DOI: 10.3389/frobt.2020.00104.

7. Celic L., Magjarevic R. Seamless connectivity architecture and methods for IoT and wearable devices. Automatika. 2020. Vol. 61. P. 21–34. DOI: 10.1080/00051144.2019.1660036.

8. Mocnej J., Seah W.K.G., Pekar A., Zolotova I. Decentralised IoT Architecture for Efficient Resources Utilisation. IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51. P. 168–173. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.07.148.

9. Parikh S., Dave D., Patel R., Doshi N. Security and Privacy Issues in Cloud, Fog and Edge Computing. Procedia Computer Science. 2019. Vol. 160. P. 734–739. DOI: 10.1016/j.procs.2019.11.018.

10. Mostafavi S., Dawlatnazar M., Paydar F. Edge Computing for IoT: Challenges and Solutions. Journal of Communications Technology, Electronics and Computer Science. 2019.

11. Tschofenig H., ARM Ltd., Arkko J., Thaler D., McPherson D. Architectural Considerations in Smart Object Networking. [Electronic resource]. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc7452 (date of access: 03.08.2021).

12. Field and cloud edge gateways. [Electronic resource]. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/example-scenario/iot/field-cloud-edge-gateways (date of access: 03.08.2021).

13. Securing IoT applications. [Electronic resource]. URL: https://developer.ibm.com/articles/iot-trs-secure-iot-solutions3/ (date of access: 03.08.2021).

14. Ren M., Liu P., Wang Z., Jing Y. A Self-Adaptive Fuzzy c-Means Algorithm for Determining the Optimal Number of Clusters. Computational Intelligence and Neuroscience. 2016. Vol. 2016. DOI: 10.1155/2016/2647389.

15. Hammah R.E., Curran J.H. Fuzzy cluster algorithm for the automatic identification of joint sets. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 1998. Vol. 35. P. 889–905.

16. Zhou K., Yang S., Fuzzifier Selection in Fuzzy C-Means from Cluster Size Distribution Perspective. Informatica 2019. Vol. 30. No. 3. P. 613–628. DOI: 10.15388/Informatica.2019.221.

17. Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.r., Kozhamzharova D.K., Baimuratov O.A.S. Main Principles of Task Distribution in Multi-Agent Systems and Defining Basic Parameters. 14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2014). 2014. P. 1471–1474. DOI: 10.1109/ICCAS.2014.6987793.

18. Степанова М.В., Еремин О.Ю. Назначение заданий узлам распределенной системы платформы Интернета вещей на основе машинного обучения с подкреплением // Автоматизация процессов управления. 2021. № 1 (63). С. 27–33. DOI: 10.35752/1991-2927-2021-1-63-27-33.

19. Еремин О.Ю., Степанова М.В. Распределение заданий по узлам вычислительной системы на платформе Интернета вещей на основе машинного обучения // Динамика сложных систем. 2020. Т. 14. № 2. С. 84–92.

20. Verma C., Illés Z., Stoffová V. Towards Real-Time Homogeneity and Heterogeneity in Student's Beliefs. International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA). 2020. P. 99–103. DOI: 10.1109/DASA51403.2020.9317040.

21. Caelen O., Bontempi G. Improving the exploration strategy in bandit algorithms. In: Learning and Intelligent Optimization. Number 5313 in LNCS, Springer. 2008. P. 56–68.

УДК 621.9.012

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДИСКОВОЙ ФРЕЗЫ С ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬЮ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА СТАНКАХ С ЧПУ

[1,2]Хасанов Р.Ш., [2]Абзалов А.Р., [1]Асянов Р.Х., [1]Гисматуллин И.М.

[1]АО «ПОЗиС», Зеленодольск, e-mail: pozis@pozis.ru;

[2]Зеленодольский институт машиностроения и информационных технологий (филиал) ФГБОУ ВО Казанского государственного научно-исследовательского технического университета – КАИ им. А.Н. Туполева, Зеленодольск, e-mail: zfkstu@yandex.ru

В статье рассматривается методика расчета траектории движения дисковой фрезы с трапецеидальной режущей частью, соответствующей профилю рейки, для обработки прямозубых и косозубых цилиндрических зубчатых колес на токарно-фрезерных и на 4-, 5-координатных фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Расчет осуществлялся исходя из воспроизведения реечного зацепления для осевого сечения дисковой фрезы как процесса обкатки рейкой – инструментом. Результаты расчета траектории использовались для моделирования 4-5-координатной обработки цилиндрических зубчатых колес в CAD/CAM/CAE системе NX Siemens. В среде «Обработка» был смоделирована дисковая фреза, в осевом сечении режущие кромки которой соответствовали зубу рейки производящего контура. С использованием данной фрезы по рассчитанной траектории была смоделирована обработка впадины зуба. Дополнительно кинематика реечного зацепления дисковой заготовки и модели фрезы моделировалась в приложении «Симуляция кинематики» системы NX. Цилиндрическая заготовка образовывала со стойкой вращательную пару, модель фрезы со стойкой образовывала поступательную пару. Данным кинематическим парам сообщались закоординированные вращательное и поступательное движения, соответствующие работе реечного зацепления. В процессе симуляции использовался инструмент трассировки, с помощью которого создавались «твердые тела» – результат интерференции инструмента и заготовки, соответствующие объему удаляемого из заготовки материала, в результате логического вычитания формируемого объема из заготовки формировался эвольвентый профиль, пригодный для геометрического анализа по модели.

Ключевые слова: зубчатое колесо, траектория инструмента, станок с ЧПУ, реечная передача, передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные, исходный контур

TRAJECTORY OF T-SHAPED MILL WITH TRAPEZOID CUTTING EDGES CALCULATION FOR MACHINING INVOLUTE CYLINDRICAL GEARWHEELS ON NC MACHINES

[1,2]Hasanov R.Sh., [2]Abzalov A.R., [1]Asjanov R.H., [1]Gismatullin I.M.

[1]AS «POZIS», Zelenodolsk, e-mail: pozis@pozis.ru;

[2]Zelenodolsk mechanical engineering and information technology, affiliated branch of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Zelenodolsk, e-mail: zfkstu@yandex.ru

In this article the method of T-shaped mill-tool with trapezoid cutting edges, corresponding to standard basic rack tooth, trajectory calculation for cylindrical spur and helical gear wheels machining on mill-turn and 4-5 coordinates NC mill machines is considered. Calculation is based on the rack – pinion principal for axial section of the T-shaped mill – tool. The results of the trajectory calculations were used for 4, 5 axis machining simulation of cylindrical gear wheels in CAD/CAM/CAE NX Siemens system. In Machining application T – shaped mill was modelled with trapezoid cutting edges in axial section according to standard basic rack tooth profile. Using this mill-tool and calculated trajectory tooth space machining was modelled. Movement of rack and pinion links were modelled in kinematics simulation application as well. Cylindrical workpiece and fixed link make hinge joint. A mill and fixed link forms a sliding joint. Those joints have functionally dependent movements according to rack and pinion mechanism functioning. During simulation trace instrument was used to create «solid bodies» – the result of interferences of the tool and workpiece considered as the gap between teeth after boolean subtraction from the workpiece. This operation formed involute profile applicable for geometric model analysis.

Keywords: gearwheel, cutter location, NC machine, rack-pinion link, cylindrical gears, Standard basic rack tooth profile

Надежность работы в широком диапазоне частот вращения и передаваемых мощностей, высокий КПД, простота обслуживания обусловливают широкое распространение эвольвентных зубчатых передач. Производство зубчатых колес предполагает использование специального оборудования. Ряд современных токарных центров и многокоординатных станков с ЧПУ опционально дают возможность фрезерования зубьев цилиндрических и конических зубчатых колес. Поставщики инструмента [1] предлагают инструмент и услуги по разработке программ для нарезания зубьев на многокоординатных фрезерных станках с ЧПУ и токарных центрах. Для учебных органи-

заций и лабораторий, а также предприятий, не располагающих зубообрабатывающим оборудованием и находящих нецелесообразным воспользоваться услугами специализированных организаций, при необходимости изготовления мелких партий зубчатых колес без повышенных требований по точности актуальна возможность разработки программ по расчетным траекториям движения инструмента – дисковой фрезы, имеющей в диаметральном сечении форму зуба рейки.

Целью исследования является расчет траектории дисковой фрезы с трапецеидальной режущей частью в системе координат, связанной с цилиндрической заготовкой для нарезания прямозубых и косозубых эвольвентных зубчатых колес на токарных центрах и 4-5-координатных фрезерных станках с ЧПУ.

Материалы и методы исследования

Материалом являются стандарты по исходному контуру и методам формообразования зубчатых колес [2, 3], теория эвольвентного зацепления. Методы исследования – аналитика, численные методы для расчета движения инструмента в системе координат, связанной с заготовкой, моделирование в CAD/CAM/CAE системе NX в приложениях «Обработка» и «Симуляция кинематики».

Результаты исследования и их обсуждение

Производится расчет траектории инструмента в системе координат, связанной с заготовкой. Имеем две системы координат. Система O1x1y1z1 – неподвижная система координат, связанная со станком. Относительно данной системы координат осуществляется моделирование воспроизведения реечного зацепления по ГОСТу 13755-2015 [2]. Имеем также систему координат O2x2y2z2 – подвижную, связанную с обрабатываемой заготовкой (рис. 1). В данной системе координат рассчитывается траектория инструмента в процессе формообразования. Заготовка вращается вокруг вертикальной оси O1z1 вместе со связанной системой координат O2x2y2z2 с постоянной угловой скоростью ω. На данный момент этап выборки массива материала из впадин зубьев и смещения инструмента вдоль винтовой линии не рассматриваем – фреза движется поступательно в направлении, противоположном оси y1, с постоянной скоростью $V_{y1} = \omega \frac{d}{2}$, где d – делительный диаметр обрабатываемого колеса.

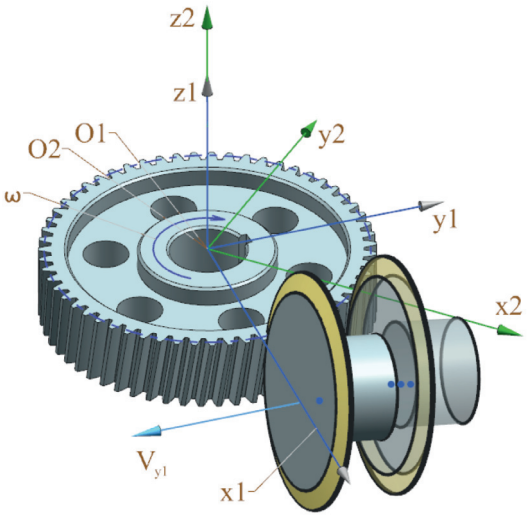


Рис. 1. К расчету траектории инструмента

Если рассматривать плоское сечение, от момента касания режущей кромкой наружной поверхности заготовки до момента выхода этой режущей кромки из заготовки она повернется на угол 2φ0 (рис. 2).

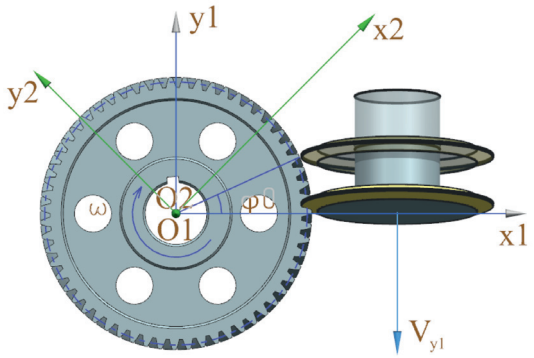


Рис. 2. К определению угла поворота колеса в процессе формообразования

$$\varphi 0 = \arccos\left(\frac{d_i}{d_e}\right),$$

где d_i – диаметр впадин (диаметр, характеризующий величину врезания) зубчатого колеса, d_e – диаметр выступов.

При заданной постоянной угловой скорости вращения заготовки ω за то же время, как заготовка повернется на угол φ0, точка трассировки фрезы переместится по направлению, противоположному оси O1y1, на расстояние $d_e * \sin(\varphi 0)$. Если в качестве точки трассировки фрезы выбрать точку, лежащую на оси вращения фрезы в плоскости пересечения «Конической» и цилин-

дрической условных поверхностей передней режущей кромки, определить в момент касания начальную координату как $y1_{T0}$, то координаты точки трассировки в течение времени формообразования будут:

$$x1_T = \frac{d_i}{2} + R\,,$$

$$y1_T = y1_{T0} + \omega\frac{d}{2}t = \frac{d_e}{2}\sin(\omega t) + R + \omega\frac{d}{2}t\,,$$

$$z1_T = 0\,,$$

где R – радиус фрезы в плоскости расположения точки трассировки, перпендикулярной оси вращения.

Координаты $x1_{T0}$, $z1_{T0}$ точки трассировки инструмента в этом случае (в процессе формообразования) остаются неизменными.

В неподвижной системе координат заготовка в момент касания режущей кромкой угловая координата (соответствующая углу собственного вращения вокруг оси z – координате С оборудования с ЧПУ) будет принимать значение $\varphi_{1Д0}$, с течением времени формообразования данная координата будет изменяться по закону:

$$\varphi 1 = \varphi 1_{Д0} + \omega t.$$

Свяжем с неподвижной системой координат орт-векторы *i1*, *j1*, *k1*. С системой координат заготовки (подвижной системой координат) свяжем орт-векторы *i2*, *j2*, *k2*. Будем использовать обращенное движение, т.е. заготовку, и связанную с ним систему координат примем за неподвижную. Вокруг заготовки «вращается» станок с постоянной угловой скоростью ω (переносное движение). Относительно станка поступательно движется фреза с постоянной скоростью ω*d/2*. Отсюда для случая обращенного сложного движения найдем координаты точки трассировки фрезы в системе координат заготовки:

$$x2_T = x2_{T0} + x1\cos(i1,i2) + \\ + y1\cos(j1,i2) + z1\cos(k1,i2)$$

$$y2_T = y2_{T0} + x1\cos(i1,j2) + \\ + y1\cos(j1,j2) + z1\cos(k1,i2)$$

$$z2_T = z2_{T0} + x1\cos(i1,k2) + \\ + y1\cos(j1,k2) + z1\cos(k1,k2)$$

Все косинусы, определяемые относительно орт вектора *к1* или *к2* (кроме между *к1* и *к2*, равного единице), равны нулю.

$$\cos(i1,i2) = \cos(\varphi_0 + \omega t)\,,$$

$$\cos(j1,i2) = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_0 - \omega t\right) = \sin(\varphi_0 + \omega t)\,,$$

$$\cos(i1,j2) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_0 + \omega t\right) = -\sin(\varphi_0 + \omega t)\,,$$

$$\cos(j1,j2) = \cos(\varphi_0 + \omega t)\,.$$

Отсюда имеем:

$$x2_T = x2_{T0} + x1\cos(\varphi_0 + \omega t) + y1\sin(\varphi_0 + \omega t)$$

$$y2_T = y2_{T0} - x1\sin(\varphi_0 + \omega t) + y1\cos(\varphi_0 + \omega t)$$

$$z2_T = 0$$

$z2_T = 0$ (в случае отсутствия движения фрезы относительно винтовой линии, образующей зуб).

Помимо координат точки трассировки, для получения траектории инструмента необходимы также координаты вектора ориентации оси вращения инструмента. Эти данные могут быть получены по аналогии с методикой, предложенной в [4]. Фреза в неподвижной системе координат, связанной со станком, движется поступательно. Помимо точки трассировки на фрезе, возьмем точку, лежащую на оси вращения фрезы в плоскости пересечения хвостовика фрезы и торца цанги. Ориентация инструмента в системе координат, связанной с заготовкой, можно определить через разность координат данных двух точек. Расчет может быть выполнен в том числе в электронной таблице. Результат сохраняется в текстовом файле и непосредственно считывается для моделирования траектории.

Профиль режущей части фрезы соответствует профилю зуба рейки лишь в сечении, проходящем через ось вращения фрезы и перпендикулярном направлению (винтовой или прямой линии) зуба. Смещение области формообразования от этой плоскости при повороте на угол α (рис. 3) приведет к увеличению внутреннего диаметра на $2\Delta D_i$ и уменьшению ширины впадины на величину $S_{вп0}$-$S_{вп1}$. Исходя из норм точности зубчатых передач [5] (в данном источнике детально рассматриваются нормы точности зубчатых передач, регламентированные стандартами), требуется оценка величины смещения фрезы в направлении зуба либо для следующего прохода, либо одновременно с проходом, рассмотренным выше.

$$\Delta D_i = \frac{D_ф}{2} - \sqrt{\left(\frac{D_ф}{2}\right)^2 - L^2}\,,$$

где $D_ф$ – максимальный диаметр фрезы в осевом сечении.

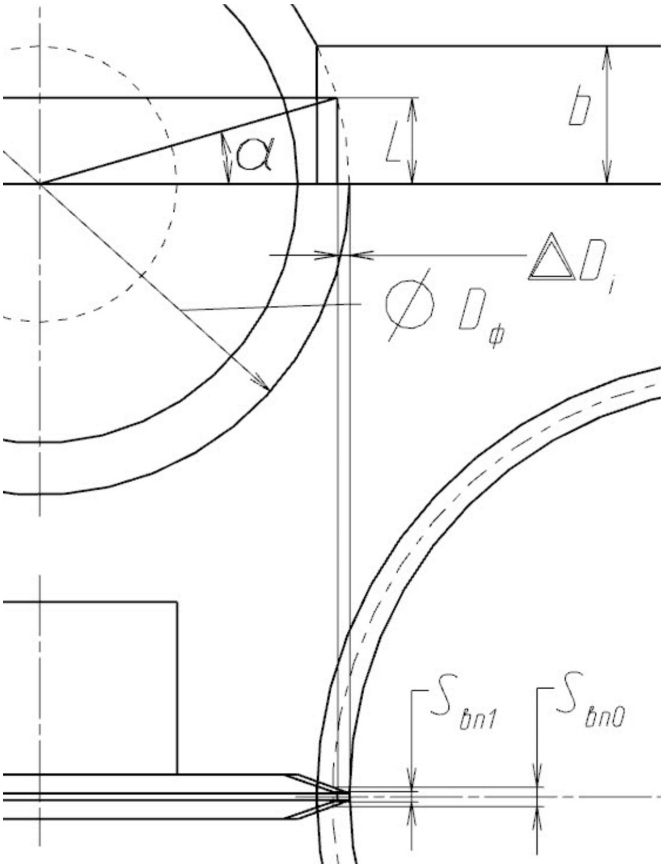


Рис. 3. К оценке величины увеличения внутреннего диаметра и уменьшения ширины впадины

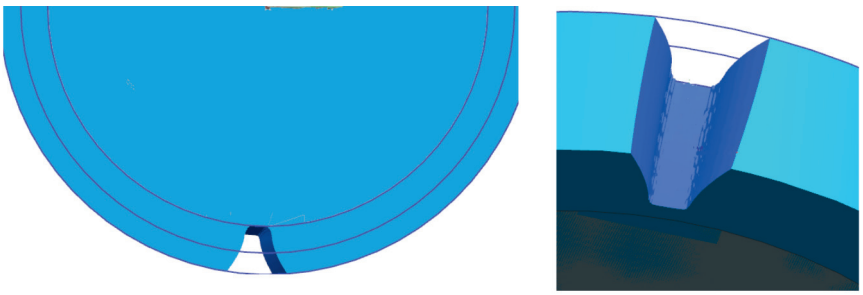


Рис. 4. Результат моделирования обработки впадины зубьев

Результат расчета траектории сохраняется в текстовом файле, где в каждой строке приводятся координаты точки трассировки и координаты вектора ориентации инструмента. Моделирование обработки осуществляется по траектории, с использованием модели фрезы, сохраненной в базе данных. Результат моделирования фрезерования впадины зубьев (без смещения фрезы вдоль направления зуба) представлен на рис. 4.

В приложении «Симуляция кинематики» в качестве звеньев механизма определяем неподвижную стойку, рейку – дисковую фрезу и цилиндрическую заготовку. Заготовка со стойкой образует вращательную пару. Рейка-фреза со стойкой образует поступательную пару. Деталь и рейка образуют реечное зацепление с заданным отношением, обеспечивающим равенство скоростей в точке касания делительной окружности и делительной линии рейки. В предположении относительности воспроизведения движения рейки относительно колеса реализуем трассировку относительного движения фрезы в системе координат, связанной с заготовкой. Результат интерференции фрезы и заготовки сохраняем в виде «Твердого тела». Результат моделирования представлен на рис. 5.

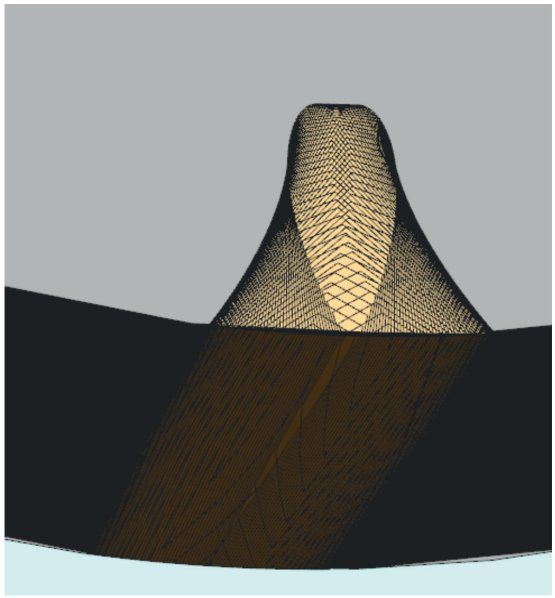


Рис. 5. Результат интерференции модели фрезы и заготовки при воспроизведении реечного зацепления

Результат интерференции представлен набором «твердых тел», создаваемых на каждом расчетном шаге симуляции. Данные твердые тела могут быть объединены в одно, с дальнейшим вычитанием результата из модели заготовки. Результат пригоден для геометрического анализа, моделирования методик контроля, изложенных в [5]. Предварительная оценка результатов моделирования для обработки заготовок диаметром в 1,5-2 раза меньше диаметра фрезы и шириной зубчатого венца 0,5 диаметра заготовки возможна с 4-5 смещениями фрезы вдоль направляющей зуба для класса точности 8. Увеличение норм бокового зазора потребует отдельной обработки боковых поверхностей смежных зубьев.

Выводы

Расчет траектории движения дисковой фрезы, имеющей трапецеидальную режущую часть, соотносимую с профилем рейки (исходного контура), в относительном движении в системе координат цилиндрической заготовки при воспроизведении реечного зацепления позволяет получить координаты управляющей программы для 4-5-координатной обработки прямозубых и косозубых эвольвентных зубчатых колес. Дополнительно при расчете траектории необходимо учитывать нормы точности обрабатываемого зубчатого колеса. При увеличении величины бокового зазора требуется отдельная обработка боковых поверхностей смежных зубьев. Расчет позволяет также учесть смещение исходного контура (корригирование) и при моделировании оценить результат. Расчет траектории может осуществляться с применением, в том числе, электронной таблицы. Сохранение результата расчета в виде файла, где в каждой строке приводятся через пробел числовые значения координат точек трассировки и координат ориентации оси инструмента, позволяет считывать траекторию в CAM-системах и осуществлять ее верификацию.

Список литературы

1. SANDVIK. Gear milling tools [Electronic resource]. URL: https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/pages/gear-milling-tools.aspx (date of access: 10.09.2021).

2. ГОСТ 13755-2015. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходные контуры. М.: Стандартинформ, 2016. 12 с.

3. Калашников А.С. Технология изготовления зубчатых колес. М.: Машиностроение, 2004. 480 с.

4. Печенкин М.В., Абзалов А.Р. Кинематика формообразования боковой поверхности зубьев гиперболоидной передачи концевым инструментом // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–11. С. 2310–2314.

5. Правиков Ю.М. Измерение цилиндрических зубчатых колес: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2018. 143 с.

УДК 004.75

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕПОЗИТОРИЯ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ И РАЗРАБОТКА МЕТАЯЗЫКА ДЛЯ ОПИСАНИЯ МОДЕЛЕЙ

[1]Ямашкин С.А., [1]Ямашкин А.А., [2]Ямашкина Е.О., [3]Занозин В.В.

[1]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: yamashkinsa@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва;
[3]ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет», Астрахань

В данной работе представлен процесс разработки функциональных требований к репозиторию нейросетевых моделей анализа пространственных данных для обеспечения поддержки процесса принятия управленческих решений в области обеспечения условий устойчивого развития территорий. Дана характеристика ключевых вариантов использования системы. С точки зрения программной реализации каркас репозитория глубоких нейросетевых моделей функционирует на базе паттерна MVC, предполагающего декомпозицию фреймворка проекта на контроллеры, модели и виды. Сделан акцент на разработку адаптивных веб-интерфейсов, позволяющих пользоваться репозиторием при помощи компьютера, подключенного к сети Интернет. Вторая часть исследования посвящена разработке формализованной схемы хранения моделей глубокого машинного анализа пространственных данных в форме метаязыка, описанного на основе теоретико-множественного подхода. Представленное решение позволяет осуществить конвертацию в представления, используемые современными фреймворками машинного обучения в рамках репозитория нейросетевых моделей для анализа пространственных данных. Программный компонент визуального редактирования модели позволяет визуализировать нейросетевые модели в виде граф-схемы, а прикладной программный интерфейс обеспечивает возможность унифицированного взаимодействия с целью обмена данными с репозиторием для импорта и экспорта моделей и получения информации о них. Спроектированная архитектура и ее программная реализация позволяют подойти к решению научной проблемы интеграции нейронных сетей, предварительно обученных моделей с возможностью их последующего использования для решения проектных задач цифровой экономики.

Ключевые слова: глубокое обучение, машинное обучение, репозиторий, функциональные требования, метаязык, теоретико-множественный подход

DEEP NEURAL NETWORK REPOSITORY DESIGNING: ANALYSIS OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS AND DEVELOPMENT OF A META-LANGUAGE FOR MODELS DESCRIPTION

[1]Yamashkin S.A., [1]Yamashkin A.A., [2]Yamashkina E.O., [3]Zanozin V.V.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovian State University», Saransk, e-mail: yam-ashkinsa@mail.ru;
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «MIREA – Russian Technological University», Moscow;
[3]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State University», Astrakhan

This paper presents the process of developing functional requirements for the repository of neural network models for the analysis of spatial data to support the process of making managerial decisions in the field of ensuring conditions for sustainable development of territories. The characteristics of the key options for using the system are given. From the point of view of software implementation, the framework of the repository of deep neural network models operates on the basis of the MVC pattern, which involves the decomposition of the project framework into controllers, models and views. Emphasis is made on the development of adaptive web interfaces that allow using the repository using a computer connected to the Internet. The second part of the study is devoted to the development of a formalized storage scheme for models of deep machine analysis of spatial data in the form of a meta-language, described on the basis of the set-theoretic approach. The presented solution allows converting into representations used by modern machine learning frameworks within the repository of neural network models for analyzing spatial data. The software component for visual editing of the model allows visualizing neural network models in the form of a graph-diagram, and the application programming interface provides the possibility of unified interaction in order to exchange data with the repository for importing and exporting models and obtaining information about them. The designed architecture and its software implementation allows us to approach the solution of the scientific problem of integrating neural networks, pre-trained models with the possibility of their subsequent use to solve design problems of the digital economy.

Keywords: deep learning, machine learning, repository, functional requirements, metalanguage, set-theoretic approach

Развитие инфраструктур пространственных данных (ИПД), направленных на оценку состояния природно-социально-производственных систем (ПСПС) и прогнозирование чрезвычайных процессов и явлений, имеет системообразующее значение

в решении задачи усиления связанности территории стран и регионов. Решение задач классификации, кластеризации, распознавания образов, принятия решений и прогнозирования на основе больших массивов пространственных данных играет большую роль в народном хозяйстве. Существенное место среди моделей и алгоритмов анализа данных занимают искусственные нейронные сети [1].

При решении задач эффективного использования глубоких нейросетевых моделей возникает множество трудностей, важное место среди которых занимает проблема интеграции глубоких нейросетевых моделей в единую систему с целью формирования удобного инструментария специалистов в области анализа данных [2, 3]. В настоящее время общепринятой практикой является консолидация алгоритмов анализа данных в репозиториях – информационных системах, ориентированных на формирование возможности поиска, хранения, развития и эффективного использования накапливаемых проектно-ориентированных решений [4].

Данная публикация посвящена решению научной проблемы формирования архитектуры репозитория глубоких нейросетевых моделей анализа пространственных данных для обеспечения поддержки процесса принятия управленческих решений в области обеспечения условий устойчивого развития территорий. Отдельно поднимается проблема разработки формализованной схемы хранения модели глубокого машинного анализа пространственных данных в форме метаязыка, которая позволила бы осуществить возможность их конвертации в представления, используемые современными фреймворками машинного обучения. Практические результаты данного исследования внедрены в репозиторий нейросетевых моделей для анализа пространственных данных.

Материалы и методы исследования

Разработка репозитория основывается на онтологической модели хранилища, представленной в работе [5], которая определяет принципы систематизации глубоких моделей анализа пространственных данных по классам решаемых задач, природе и размерности анализируемых данных, архитектуре и топологии, свойствам эффективности.

Важной функцией репозитория глубоких нейросетевых моделей является предоставление конечным пользователям, играющим разные роли в системе, адаптивных веб-интерфейсов для быстрого получения систематизированной информации об оптимальной в использовании глубокой нейросетевой модели, которая должна включать структурированное описание, показатели эффективности, архитектурную и топологическую организацию, а также рекомендации по гибкой настройке гиперпараметров модели, примеры прикладного использования при решении проектно-ориентированных задач [6].

После авторизации в системе пользователь получает доступ к отдельным модулям репозитория исходя из имеющихся прав. С точки зрения программной реализации описываемая программная система функционирует на базе паттерна MVC, предполагающего декомпозицию фреймворка проекта на контроллеры (модули, предназначенные для описания программной бизнес-логики), модели (компоненты для манипулирования данными) и виды (наборы шаблонов для формирования адаптивных веб-интерфейсов). Такая организация системы позволяет повысить связанность отдельных модулей репозитория и ослабить сцепленность между ними.

Результаты исследования и их обсуждение

Стартовый вариант использования репозитория описан прецедентом «L. Авторизация в репозитории», целью которого является обеспечение разграничения прав на чтение, использование и редактирование нейросетевых моделей. Обозначенный функционал реализуется путем предоставления не авторизованному в системе пользователю формы для ввода аутентификационных данных.

Группа вариантов использования «Администрирование» включает два прецедента: «AU. Управление пользователями» (осуществляющего управление распределением ролей, добавлением, редактированием, удалением метаданных о пользователях) и «AL. Управление логами» (формирующего возможность просмотра логов системы с возможностью поиска и фильтрации с целью модерации операционных процессов работы с репозиторием).

Группа прецедентов «Управление нейросетевыми моделями» включает варианты использования, формирующие ядро системы. Интегрирующий прецедент «M. Администрирование базы моделей» декомпозируется на функциональный блок «MN. Навигация по каталогу моделей» (посредством системы фильтров), включающий модуль «MR. Рекомендательная система для выбора модели» (позволяющий обеспечивать релевантный поиск, подбор и конфигурирование глубоких нейронных сетей,

тонкую настройку моделей для решения конкретных проектных задач в области анализа пространственных данных). CRUD-подсистема управления данными о моделях включает также вариант использования «MA. Добавление модели» и расширяющий его функционал «ME. Модификация модели», позволяющий создавать и редактировать глубокие нейронные сети.

Отдельно приведем описание функционального компонента «MV. Визуальное редактирование модели» как составного блока описываемой CRUD-подсистемы, позволяющего визуализировать нейросетевые модели глубокого обучения в виде граф-схемы, с возможностью интерактивного онлайн-редактирования топологии и архитектуры модели посредством тонкого клиента (веб-браузера). Для реализации функционала визуального редактирования модели использован язык программирования JavaScript, компонент апробирован при формировании моделей нейросетевых архитектур, представленных в открытой нейросетевой библиотеке Keras.

Согласно разработанной ранее онтологической модели, домен глубоких нейросетевых моделей должен быть ассоциирован с доменами проектных задач и анализируемых данных. Соответствующие обозначенным предметным областям прецеденты также реализованы в репозитории в виде CRUD-подсистем «Администрирование базы задач» (основана на вариантах использования TN. Навигация по реестру задач, TA. Добавление информации о задаче, TE. Редактирование информации о задаче) и «Управление данными» (сформирована прецедентами DN. Навигация по базе данных, DA. Добавление данных, DE. Редактирование данных).

С целью оптимизации процессов интеграции и практического использования глубоких нейросетевых моделей была разработана формализованная схема хранения моделей в форме метаязыка, которая делает возможной их конвертацию в представления, используемые современными фреймворками машинного обучения. Представим описание спроектированного метаязыка с позиции теоретико-множественного подхода и примем в качестве универсального множества набор моделей репозитория *MODELS*, мощность которого определяется числом моделей репозитория:

$$MODELS = \left\{ MODEL_i \mid 1 \leqslant i \leqslant \mathrm{N} \wedge i \in \mathbb{Z} \right\}.$$

Топология модели конкретной глубокой нейросетевой модели $MODEL_i$ может быть представлена в виде граф-схемы $GRAPH_i$ и структурированного метаописания $META_i$. В свою очередь, метаописание модели формируется на основе массива дескрипторов $DESCRIPTORS_i$ (включающего название модели, аннотированное описание, метрики эффективности и т.д.) и параметров сборки $COMPILATION_i$. Граф-схема модели $GRAPH_i$ представляет собой ориентированный граф, множество вершин $LAYERS_i$ которого определяет набор слоев глубокой нейросетевой модели, а множество дуг $LINKS_i$ определяет структуру нейронной сети, устанавливает направленные связи между слоями.

$$MODEL_i = \langle META_i, GRAPH_i \rangle =$$

$$= \langle \langle DESCRIPTORS_i, COMPILATION_i \rangle,$$

$$\langle LAYERS_i, LINKS_i \rangle \rangle.$$

Кортеж параметров сборки модели $COMPILATION_i$ включает объект $optimizer_i$, описывающий методы и алгоритмы оптимизации нейросетевой модели (в том числе стохастический градиентный спуск (SGD), адаптивную оценку модели (Adam) и др.), а также параметры их функционирования. Функция потерь $loss_i$ определяет параметры, которые модель должна стремиться минимизировать в процессе обучения для решения задач регрессии и классификации. Наконец, объект $metrics_i$ определяет функцию, используемую для оценки эффективности модели, при этом рассчитываемые значения метрик не используются в процессе обучения модели. Различные метрики могут быть использованы при формировании моделей для решения задач мультиклассовой и бинарной классификации, регрессии, сегментации. Описание кортежа параметров сборки модели с позиции теоретико-множественного подхода выглядит следующим образом:

$$COMPILATION = \langle optimizer_i, loss_i, metrics_i \rangle.$$

Важным компонентом графовой модели глубокой нейросетевой модели *i* выступает слой $LAYER_{ij}$, который с точки зрения формализованного описания модели может быть представлен в виде набора объектов, определяющих тип и архитектуру слоя $TYPE_{layer_{ij}}$, набор интерфейсов слоя $INTERFACES_{ij}$, аргументов $PROPERTIES_{ij}$, определяющих особенности функционирования слоя, дескрипторы визуализации $VISUAL_{ij}$, определяющие особенности визуализации модели в рамках адаптивных веб-интерфейсов:

$$LAYER_{ij} = \langle TYPE_{layer_{ij}}, INTERFACES_{ij},$$

$$PROPERTIES_{ij}, VISUAL_{ij} \rangle.$$

Объект $TYPE_{layer}$ определяет архитектуру слоя и в решающей степени задает особенности обработки данных и настройки гиперпараметров при обучении модели. Базовые слои модели (группа BASE) представлены следующими архитектурами: входной слой (Input), полносвязный слой (Dense), а также пользовательский программируемый слой (Custom Layer), архитектурная организация которого может быть задана пользователем. Слои для построения сверточных моделей (группа *CONVOLUTION*) включают сверточные слои, обрабатывающие данные различной размерности (Convolution), слои разделимой свертки (Depthwise Separable Convolution), а также слои субдескритизации (Pooling). Рекуррентные слои представлены архитектурами полносвязного рекуррентного слоя (RNN), слоя долгой кратковременной памяти (LSTM), управляемых рекуррентных блоков (GRU), сверточным слоем долгой кратковременной памяти (Convolutional LSTM). Наконец, метаязык описания глубоких нейросетевых моделей поддерживает слои изменения размерности (Reshape), объединения и слияния (Fusion), поэлементного слияния на основе математических операций (Add, Average, Maximum, Minimum, Multiply, Subtract). Отдельную группу составляют слои регуляризации и прореживания (Regularization).

Параметры интерфейса $INTERFACES_{ij}$ слоя $LAYER_{ij}$ (входов $INPUTS_{ij}$ и выходов $OUTPUTS_{ij}$) определяются кортежем параметров $\langle name, type \rangle$, где объект *name* задает имя интерфейса, *type* – тип и размерность данных.

$$INTERFACES_{ij} = \left\langle INPUTS_{ij}, OUTPUTS_{ij} \right\rangle =$$

$$= \left\langle \left\{ INPUTS_{ij\lambda} \mid 1 \leqslant \lambda \leqslant \Lambda \wedge \lambda \in \mathbb{Z} \right\}, \left\{ OUTPUTS_{ij\mu} \mid 1 \leqslant \mu \leqslant M \wedge \mu \in \mathbb{Z} \right\} \right\rangle.$$

Набор аргументов $PROPERTIES_{ij}$ задает гиперпараметры, определяющие модель функционирования слоя $LAYER_{ij}$. Данный набор именованных аргументов может отличаться для слоев разной архитектуры и может включать, например, указание методов и алгоритмов инициализации весов слоя и регуляризации, функций активации.

Наконец, с целью обеспечения наглядной визуализации глубоких нейросетевых моделей в рамках адаптивных веб-интерфейсов метаязык предполагает хранение параметров группы $VISUAL_{ij}$, не отвечающих за функциональные особенности нейронной сети, но определяющих аспекты ее наглядного графического отображения. Объект группы $META_{ij}$ характеризуется заголовком $title_{ij}$ и схемой визуализации $scheme_{ij}$, определяющей цветовое оформление слоя в рамках веб-интерфейсов и другие стили. Элементы кортежа $POSITION_{ij}$ определяют координаты top_{ij} и $left_{ij}$ расположения слоя на полотне визуализации, а кортежа $SIZE_{ij}$ – его размеры $width_{ij}$ и $height_{ij}$.

$$VISUAL_{ij} = \langle META_{ij}, POSITION_{ij}, SIZE_{ij} \rangle =$$

$$= \langle \langle title_{ij}, scheme_{ij} \rangle, \langle top_{ij}, left_{ij} \rangle,$$

$$\langle width_{ij}, height_{ij} \rangle \rangle.$$

Для объединения слоев $LAYERS_i$ модели i в единую модель вводится множество связей $LINKS_i$, в котором каждый объект характеризуется набором параметров, определяющих слой-источник ($LAYER_{origin}$) и его выходной интерфейс ($OUTPUT_{origin}$), а также слой-приемник ($LAYER_{target}$) и его входной интерфейс ($INPUT_{target}$).

$$LINK_{ij} = \langle \langle LAYER_{origin}, OUTPUT_{origin} \rangle,$$

$$\langle LAYER_{target}, INPUT_{target} \rangle \rangle.$$

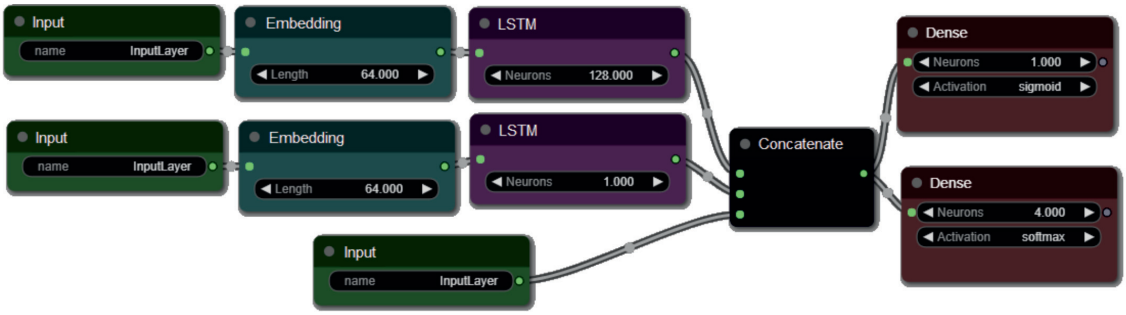
Модуль визуального редактирования модели позволяет визуализировать нейросетевые модели в виде граф-схемы с возможностью интерактивного онлайн-редактирования топологии и архитектуры модели (рисунок).

Прикладной программный интерфейс репозитория обеспечивает возможность унифицированного взаимодействия с целью обмена данными с репозиторием для импорта и экспорта нейросетевых моделей и получения информации о них.

Выводы

В статье дана характеристика проекту, посвященному решению научной проблемы накопления и систематизации глубоких нейросетевых моделей посредством проектирования и разработки репозитория обучаемых алгоритмов для анализа и прогнозирования развития пространственных процессов.

С точки зрения программной реализации каркас системы функционирует на базе паттерна MVC, предполагающего декомпозицию фреймворка проекта на контроллеры, модели и виды. Сделан акцент на разработку адаптивных веб-интерфейсов, позволяющих пользоваться репозиторием при помощи компьютера, подключенного к сети Интернет.



Визуализация нейросетевой модели в виде граф-схемы: модель с тремя входами и двумя выходами

Разработка формализованной схемы хранения моделей глубокого машинного анализа пространственных данных в форме метаязыка позволяет осуществить возможность их конвертации в представления, используемые современными фреймворками машинного обучения.

Спроектированная архитектура репозитория глубоких нейросетевых моделей и ее программная реализация позволяют подойти к решению научной проблемы интеграции нейронных сетей, предварительно обученных моделей с возможностью их последующего использования для решения проектных задач цифровой экономики.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (грант № МК-199.2021.1.6).

Список литературы

1. Schowengerdt R.A. Remote sensing: models and methods for image processing. 3rd ed. Orlando, FL, USA: Academic Press. 2006. P. 387-456.

2. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. Nature. 2015. Vol. 521. № 7553. P. 436.

3. Zhu X.X., Tuia D., Mou L., Xia G. S., Zhang L., Xu F., Fraundorfer F. Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. 2017. Vol. 5. № 4. P. 8-36.

4. Xiu M., Jiang Z.M.J., Adams B. An Exploratory Study on Machine-Learning Model Stores. arXiv preprint. 1905. 2020. 10677.

5. Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Занозин В.В. Формирование репозитория глубоких нейронных сетей в системе цифровой инфраструктуры пространственных данных // Потенциал интеллектуально одарённой молодежи – развитию науки и образования: материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников / Под общ. ред. Т.В. Золиной. 2020. С. 370–375.

6. Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин С.А., Ямашкин А.А. Сравнительный анализ подходов к управлению базами данных для организации хранилища репозитория нейросетевых моделей // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6 (1). С. 108–113.

СТАТЬИ

УДК 378.11:004

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Алешин А.П., Аракелян С.М.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Владимир, e-mail: arak@vlsu..ru

В данной статье рассматривается информационная система, разработанная для использования при профессиональной переподготовке и повышении квалификации кадров организации, которые в процессе трудовой деятельности могут без отрыва от основной работы участвовать в перспективном новом производстве на базе усовершенствованных технологий, а также в результате этих преобразований развить свои профессиональные компетенции. Также она предоставляет возможность руководящему составу предприятия незамедлительно получать информационные данные о текущих показателях успеваемости и посещаемости сотрудников, принимать управленческие решения и вносить изменения в содержание производственного процесса (на примере МАОУ «Гимназия № 3»). В статье детально описываются ключевые требования к функционалу и качеству, выбору методов и средств реализации системы. Представлена формула расчета текущей успеваемости каждого участника. Аргументированно объясняется выбор двухступенчатой системы клиент – сервер. Разработана база данных, которая взаимодействует с различными подсистемами информационной системы организации. Интерфейс описываемого кроссплатформенного приложения разработан с учетом сформулированных требований эффективности. Апробация системы подтверждена информационными данными, полученными от рабочего персонала в практической деятельности. Данная программа универсальна и может быть использована для всех уровней образования и направленной подготовки.

Ключевые слова: контроль знаний, образовательный процесс, автоматизированная система, архитектура приложения, кроссплатформенное приложение, клиент, сервер

DECISION SUPPORT SYSTEM IN EDUCATION

Aleshin A.P., Arakelyan S.M.

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir, e-mail: arak@vlsu..ru

This article considers an information system developed for use in professional retraining and advanced training of personnel of an organization who, in the course of their work, can participate in a promising new production based on improved technologies without interrupting their main work, and also develop their professional competencies as a result of these transformations. It also provides an opportunity for the management staff of the enterprise to immediately receive information about the current performance indicators and attendance of employees, make management decisions and make changes to the content of the production process on the example of MAOU Gymnasium № 3. The article describes in detail the key requirements for the functionality and quality, the choice of methods and means of implementing the system. The formula for calculating the current academic performance of each participant is presented. The choice of a two-stage client-server system is explained in a reasoned manner. A database has been developed that interacts with various subsystems of the organization's information system. The interface of the described cross-platform application is designed taking into account the formulated efficiency requirements. The approbation of the system is confirmed by the information data received from the working staff in practice. This program is universal and can be used for all levels of education and targeted training.

Keywords: knowledge control, educational process, automated system, application architecture, cross-platform application, client, server

Важным компонентом рабочего процесса жизнедеятельности каждой организации является ежедневный контроль текущих показателей сотрудников. Качество работы системы управления в образовательном или производственном процессе организаций полностью зависит от его грамотной организации. Данный процесс становится эффективным при выполнении следующих требований [1]:

– должен соответствовать строго намеченному плану;

– быть объективным;

– быть простым для пользователей.

Помимо этого, в соответствии с федеральными государственными стандартами, результаты, полученные сотрудниками в процессе обучения, формируют у них определенные компетенции. Поэтому необходимо учитывать все результативные данные полученные сотрудниками в процессе обучения. Организацию такого учета трудно представить без использования IT-технологий.

В данной статье описывается приложение, которое может стать подсистемой в целостной информационной системе управления организации. Эта подсистема предоставляет возможность своим пользователям контролировать успеваемость и посещаемость сотрудников, незамедлительно получать различные отчеты об успеваемости и посещаемости сотрудников, что служит основой для принятия управленческих решений по изменению рабочего процесса [2].

Целью статьи является разработка новой системы принятия решений с помощью

современных IT-технологий для оптимизации и автоматизации процесса управления организацией.

Материалы и методы исследования

Миссия и архитектура приложения

Разработанное кроссплатформенное приложение предназначено для автоматизации процесса контроля текущих показателей сотрудников организации в процессе рабочего дня. Предоставляет возможность своим пользователям выставлять и корректировать рейтинговые баллы и оценку по итогу учебного года или триместра, проверять наличие подгруженных в базу данных файлов с выполненными самостоятельными, практическими, контрольными, лабораторными работами, осуществлять контроль посещаемости занятий [3].

Данное приложение реализует ряд ключевых функций:

– отображает личную информацию о каждом объекте (сотруднике, ведущем тренинга), группах организации;

– отображает информацию об учебных модулях, которые проводятся ведущими определенной организации;

– позволяет работать с динамическими базами данных;

– позволяет оценивать пользователю каждый подгруженный в базу данных сотрудником файл с выполненной самостоятельной работой;

– позволяет контролировать пользователю посещаемость сотрудниками различного рода занятий, предусмотренных учебным планом образовательной организации;

– позволяет фиксировать и хранить информацию в базе данных.

– Архитектура кроссплатформенного приложения «Контроль успеваемости» состоит из двух ключевых уровней: клиента и сервера. Принцип рассматриваемой архитектуры заключается в следующем: клиент осуществляет функцию «запросы», а сервер выдает «ответы».

Серверная часть приложения

Серверная часть (БД) кроссплатформенного приложения спроектирована в программе MicrosoftAccess 2020. Для контроля над текущими показателями сотрудников созданы такие таблицы, как настройка учебного модуля «Subject», перечень разработанных заданий «TaskList», выполнение заданий сотрудниками «Completingtasks», предстоящие тренинги «Training», посещаемость занятий «Attendingclasses».

Таблица «Subject» включает в свое содержание следующую информацию: описание основных настроек и данные об освоении учебного модуля каждым сотрудником организации. Она привязывается к учебной программе курса, конкретной учебной группе, ведущему тренинга, учебному модулю, учебному году или семестру.

В таблицу «TaskList» входит вся необходимая информация об индивидуальных заданиях по учебным модулям. Данный модуль тесно связан с календарным учебным планом, потому как комплексы заданий для различных групп и дисциплин могут быть совершенно разными [2]. Также в этом модуле можно установить сроки по выполнению того или иного задания сотрудником, и рейтинговые баллы за выполненные задания.

Таблица «Completingtasks» хранит в себе следующую информацию: о задании, сотруднике, ведущем тренинга, который выставляет баллы за выполненную сотрудником самостоятельную работу.

В таблице «Training» находятся данные о посещении тренингов рабочим персоналом.

Таблица «Attendingclasses» хранит информацию о пропусках занятий по определенному учебному модулю [4].

Главным программным инструментом, который отвечает за выполнение логики и правил, которые осуществляются в данном кроссплатформенном приложении, являются хранимые процедуры в MicrosoftAccess 2020. Пользователь не имеет права самостоятельно изменять структуру всех таблиц. Все операции с данными выполняются только с помощью процедур, выбирающих или изменяющих эти данные.

Весь перечень процедур, который относится к приложению, хранится на сервере и разделяется на несколько групп:

– процедуры, позволяющие обозревать информацию в таблицах [2];

– процедуры, позволяющие добавлять данные в таблицы;

– процедуры, позволяющие видоизменять информацию в созданных таблицах;

– процедуры, которые позволяют пользователю удалять различные данные из сформированных таблиц.

Клиентская часть приложения

Клиентская часть кроссплатформенного приложения сконструирована в частично бесплатной объектно-ориентированной среде программирования Visual Studio 2019 Community, язык программирования C# (СИ-Шарп). В процессе реализации проекта была разработана диаграмма классов клиентской части, которая отображена на рис. 1.

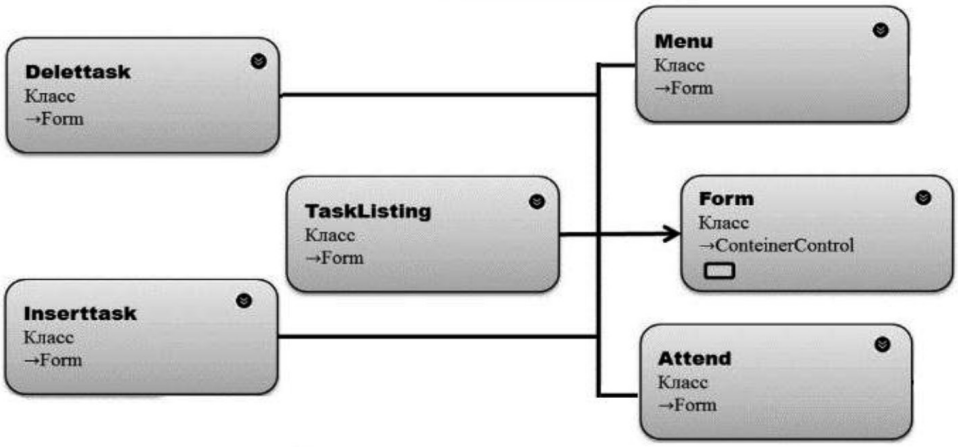


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия классов приложения

В данном приложении класс «Form» является своего рода контейнером для элементов управления, которые имеют форменное представление. Он отвечает за создание всего программного интерфейса (меню, кнопок, текстовых полей) приложения. Класс «Menu» демонстрирует главное окно кроссплатформенного приложения, в котором представлена вся необходимая информация для пользователя. В этом классе производятся настройки учебных модулей, добавление, удаление и редактирование разработанных ведущим тренингов заданий, осуществляется доступ к ключевым формам программы «Посещаемость» и «Успеваемость» [2].

В содержание класса «TaskListing» входят следующие компоненты: поля и методы для работы пользователя с формой «Посещаемость». Обработчики событий создателя обращаются к процедурам БД и вносят все необходимые данные в ее содержание.

Класс «Inserttask» реализует форму, которая добавляет по запросу пользователя различные виды заданий в базу данных. Класс «Delettask» позволяет удалять добавленные ранее пользователем задания из базы данных.

Интерфейс кроссплатформенного приложения.

Данное приложение имеет довольно понятный, эргономичный и простой интерфейс [2]. Состоит он из различных таблиц, кнопок и вкладок с которыми пользователю приходится работать («Успеваемость», «Группа или класс», «Посещаемость», «Настройки», «Сводная ведомость») (рис. 2).

Методика работы с приложением.

1. Запустив приложение, пользователь должен сначала пройти процедуру инициализации (ввести логин и пароль).

2. Затем ему нужно указать учебный год и семестр. И только после всех этих процедур он уже имеет право полноценно работать с другими вкладками приложения.

3. После корректного перехода на вкладку «Успеваемость» вниманию пользователя открывается информация о сформированных группах и учебных модулях, которые изучаются ими непосредственно.

4. Также на этой вкладке присутствует кнопка «Подробнее об успеваемости», при ее нажатии выполняется переход на форму «Разработанные задания» (рис. 4) [2].

5. Вся информация о посещаемости сотрудниками тренингов вручную фиксируется ведущим во вкладке «Посещаемость». Данная вкладка имеет схожую структуру относительно вкладки «Успеваемость». Все действия, которые пользователь может произвести над успеваемостью, аналогичны вкладке «Посещаемость».

6. Далее рассмотрим вкладку «Настройки». Она включает в свое содержание еще две подвкладки: «Дисциплины» и «Задания». Первая вкладка предназначается для того, чтобы ведущий для определенного учебного модуля и группы смог произвести конкретные настройки исходя из своих предпочтений. Вторая отображает все задания, разработанные ведущим для рабочего персонала. Тут можно найти всю информацию о заданиях, подгруженных разработчиком, а также производить различные операции над данными заданиями: добавлять, удалять, изменять.

7. Вкладка «Сводная ведомость» содержит все необходимые данные об успеваемости сотрудников в группе по всему перечню учебных модулей в интересующем пользователя учебном году и семестре в балльной системе [5].

Фрагмент реализации программы (посещение занятий) показан на рис. 3.

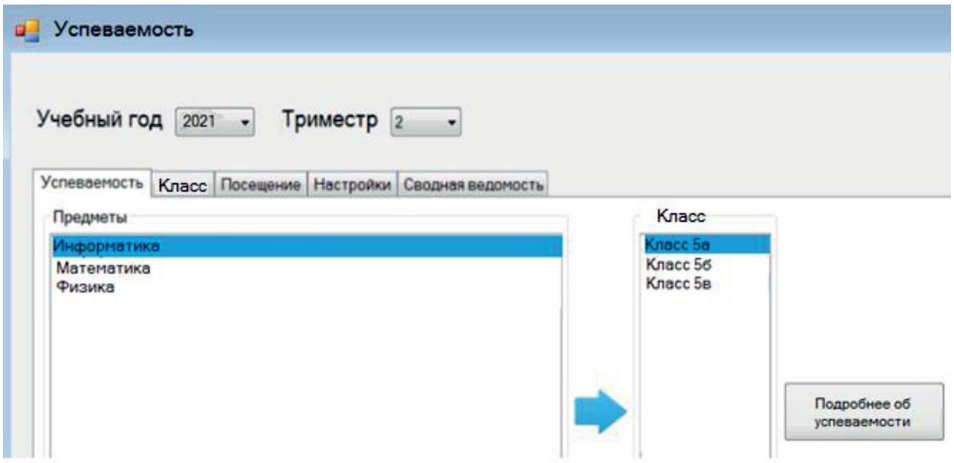


Рис. 2. Меню приложения

```
int k = 0;
 while (reader.Read()){dataAt.Rows.Add( );
          dataAt [0, k + 1 ].Value = Convert.ToString( k + 1 );
          dataAt [1, k + 1 ].Value = reader[“Фамилия”].ToString( );
          dataAt [2, k + 1 ].Value = reader[“Имя”].ToString( );
          dataAt [3, k + 1 ].Value = reader[“Отчество”].ToString( );
          dataAt [4, k + 1 ].Value = reader[“Сокращение”].ToString( ) +
reader[“Курс”].ToString( ) ;
          dataAt [5, k + 1 ].Value = reader[“сумма_пропусков”].ToString( );
          k++;}
 myConn.Close( );
}…
```

Рис. 3. Фрагмент реализации программы

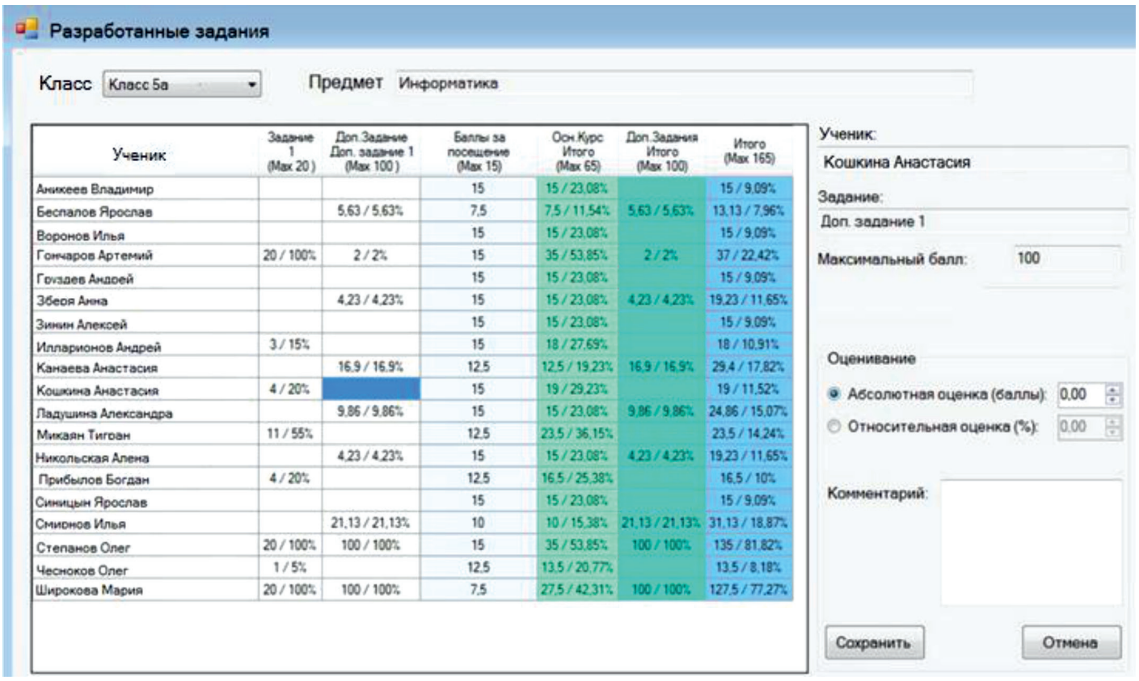


Рис. 4. Форма «Разработанные задания»

Учебная деятельность каждого сотрудника оценивается с использованием рейтинговой системы, вычисление успеваемости сотрудника производится по следующей формуле:

$$T = 100 * \frac{\sum_{j=1}^{k} A_j}{\sum_{j=1}^{k} F_j}; j = \overline{1,k},$$

где T – подсчитываемая успеваемость конкретного сотрудника по учебному модулю (преобразованная в 100-балльную систему); A_j – максимальное количество баллов, которые сотрудник мог бы получить за выполненное задание; F_j – максимальный балл, полученный сотрудником за выполненное j-е задание.

Основная цель рейтинговой системы заключается в выставлении комплексной оценки, которая выявляет качество работы сотрудников при освоении ими учебных программ. Применяя в образовательной деятельности балловую рейтинговую систему, возможно решить проблему оценивания уровня знаний сотрудников, формируемых в рамках учебных модулей.

Результаты исследования и их обсуждение

Данное кроссплатформенное приложение было апробировано в г. Владимире, в МАОУ «Гимназия № 3». Получены следующие предварительные результаты:

– автоматизация учета дает возможность ее обладателям быстро проектировать различные отчеты по учебной деятельности;

– применение кроссплатформенного приложения в образовательном процессе позволило улучшить школьную систему оценивания, а именно сделало ее более удобной и эффективной, данные об успеваемости автоматически поступают всем лицам, которые обладают определенными полномочиями, например информируют завуча по учебной или воспитательной работе о пропусках или неудовлетворительной успеваемости учащихся, что позволяет оперативно наладить образовательный процесс;

– кроме всего прочего, это приложение формирует основу для создания системы принятия управленческих решений в сфере контроля над успеваемостью учащихся. Данное приложение позволит образовательной организации сделать значительный шаг в области контроля знаний. Дальнейшее развитие приложения предполагает:

– создание диаграмм, графиков, которые позволяют ученикам наглядно отслеживать свою учебную результативность;

– усовершенствовать интерфейс данного приложения (улучшить дизайн, сделать его динамичным и интегрированным);

– разработка веб-формы для клиента, чтобы он имел возможность оперировать с данной системой онлайн.

Заключение

В данной научной статье рассмотрена автоматизированная система, которая предназначена для профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров организации, которые в процессе трудовой деятельности могут непрерывно от основной работы участвовать в перспективном новом производстве на базе усовершенствованных технологий, а также в результате этих преобразований улучшить свои профессиональные компетенции.

Список литературы

1. Самылкина Н.Н. Современные средства оценивания результатов обучения. М.: Лаборатория знаний, 2015. 811 с.

2. Ведерникова Т.И., Родионов А.В., Блудов В.В., Пичкур Д.А. Автоматизация учета текущей успеваемости студентов // BAIKALRESEARCHJOURNAL. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http//brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=23400 (дата обращения: 31.08.2021).

3. Гордиенко О.В. Современные средства оценивания результатов обучения. М.: Юрайт, 2017. 123 с.

4. Фаулер М. Шаблоны корпоративных приложений. М.: Диалектика-Вильямс, 2019. 544 с.

5. Ефремова Н.Ф. Компетенции в образовании. Формирование и оценивание. М.: Национальное образование, 2015. 416 с.

УДК 372.862

ОБЗОР СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В ШКОЛЕ

Беленкова И.В., Гребнева Д.М.

Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Нижний Тагил, e-mail: kafinfteh@rambler.ru

Современный уровень развития информационных технологий позволяет создавать все новые сетевые сервисы для решения широкого круга профессиональных задач пользователей сети Интернет, в том числе задач образования. В настоящее время, когда дистанционная форма стала неотъемлемым элементом школьного обучения, актуализируется проблема применения сетевых сервисов для организации опосредованного обучения и повышения его качества. В статье приведен обзор сетевых сервисов для решения разных задач обучения информатике в дистанционном формате. Для составления обзора был обобщен и проанализирован опыт обучения студентов педагогического вуза дисциплине «Инновационные технологии электронного обучения», основной задачей которой является совершенствование профессиональной компетентности студентов в области применения информационных технологий (в частности, сетевых сервисов) в обучении. В обзоре представлены сетевые сервисы для решения как типовых задач учителя (разработка цифровых образовательных ресурсов, организация взаимодействия в системе «учитель – обучающийся», реализация элементов интерактивности на уроках и др.), так и специализированных задач для учителей информатики. Приведены примеры распределения сетевых сервисов по критериям, а также представлен рейтинг популярности использования сетевых сервисов в обучении информатике на основе анализа результатов прохождения педагогической практики студентами направления «Педагогическое образование» профилей обучения «Информатика», «Физика и информатика», «Информатика и математика».

Ключевые слова: сетевые сервисы, дистанционное обучение, сетевые сервисы для организации дистанционного обучения информатике, систематизация сетевых сервисов, подготовка будущих учителей информатики

THE OVERVIEW OF NETWORK SERVICES FOR IMPLEMENTING DISTANCE LEARNING OF COMPUTER SCIENCE AT SCHOOLS

Belenkova I.V., Grebneva D.M.

Nizhny Tagil State Social and Pedagogical Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian State Professional Pedagogical University», Nizhny Tagil, e-mail: kafinfteh@rambler.ru

The current level of development of information technologies allows creating all new network services to solve a wide range of professional tasks of Internet users, including educational tasks. At present, when the distance form has become an integral element of school education, the problem of using network services for organizing mediated learning and improving its quality is being actualized. The article provides an overview of network services for solving various problems of teaching computer science in a distance format. To compile the review, the experience of teaching students of a pedagogical university in the discipline «Innovative e-learning technologies» was generalized and analyzed, the main task of which is to improve the professional competence of students in the use of information technologies (in particular, network services) in teaching. The review presents network services for solving both typical teacher tasks (the development of digital educational resources, the organization of interaction in the «teacher-student» system, the implementation of elements of interactivity in the classroom, etc.), and specialized tasks for teachers of informatics. Examples of the distribution of network services by criteria are given, as well as a rating of the popularity of the use of network services in teaching computer science based on the analysis of the results of teaching practice by students of the direction «Pedagogical education» of training profiles «Computer science», «Physics and computer science», «Computer science and mathematics».

Keywords: network services, distance learning, network services for organizing distance learning in computer science, systematization of network services, training of future teachers of computer science

В прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. отмечается, что развитие сферы образования должно быть ориентировано на повышение доступности и качества образования [1]. Возможность обеспечения доступности и качества образования, формирования самостоятельности в обучении предоставляет дистанционная форма обучения, позволяющая продолжать процесс обучения независимо от различных ситуаций, в том числе и в связи с эпидемиологической обстановкой в стране и в мире. На современном этапе вопросы методики дистанционного обучения актуализировались как никогда в связи с тем, что все уровни образования (в частности, школа) перешли полностью или частично на данный вид обучения.

В общеобразовательных организациях задача реализации дистанционного обучения возлагается на учителей-предметников, которые должны иметь соответствующую подготовку по данному направ-

лению и обладать необходимым уровнем профессиональной компетентности. Учителя информатики, как правило, более успешно решают задачу реализации дистанционного обучения из-за соответствующей предметной подготовки. Однако качественное обучение информатике часто требует от учителя применения специализированных программных средств (в частности, сетевых сервисов), а также нередко разработки собственных цифровых образовательных ресурсов для решения поставленных задач урока [2]. Эти факторы должны обязательно учитываться в профессиональной подготовке будущего учителя информатики в процессе обучения в рамках государственного образовательного стандарта высшего образования в педагогическом вузе, в рамках дополнительного образования или стажировки.

Целью исследования является обзор сетевых сервисов для реализации дистанционного обучения информатике в школе для последующего использования этих сервисов будущими учителями для повышения качества обучения информатике школьников.

Материалы и методы исследования

Теоретической базой стали работы в области использования сетевых сервисов в обучении информатике [3], работы в области организации дистанционного обучения информатике [4, 5], а также опыт обучения студентов филиала Российского государственного профессионально-педагогического университета в городе Нижний Тагил по направлению подготовки «Педагогическое образование» профилей «Информатика и математика», «Информатика и физика» курсу «Инновационные технологии электронного обучения», в том числе и в условиях дистанционного обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

Как показала школьная практика, для качественного обучения школьной информатике в дистанционном формате нередко возникает необходимость использования сетевых сервисов, таких как среды онлайн-разработки, аудио и видео, интерактивные тренажеры и т.п. Здесь под сетевыми сервисами будем понимать средства обеспечения услуг для пользователей сети [6]. Современный рынок программного обеспечения предлагает большое количество сетевых сервисов для организации и поддержки дистанционного обучения, и будущим учителям информатики важно хорошо ориентироваться в их разнообразии и особенностях использования в учебном процессе.

Начиная с 2015–2016 учебного года в рамках подготовки будущих учителей информатики преподавателями филиала РГППУ в г. Нижний Тагил были подобраны сетевые сервисы для поддержки лабораторного практикума по дисциплине «Инновационные технологии электронного обучения» (табл. 1). Одной из основных задач данной дисциплины является совершенствование профессиональной компетентности студентов в области применения сетевых сервисов в обучении информатике в школе.

Как видно из таблицы, сетевых сервисов для организации и поддержки дистанционного обучения информатике достаточно много и у каждого из них свои особенности использования. Для приведения знаний о сетевых сервисах в единое целое студентам в качестве самостоятельной работы было предложено систематизировать сетевые сервисы по выбранному ими критерию. Приведем наиболее удачные, с нашей точки зрения, распределения сетевых сервисов по критериям, которые получились у студентов.

1. Сетевые сервисы по виду учебной деятельности:

– сервисы для организации поисковой учебной деятельности: конструкторы вебквестов (Zunal.com, Webquest.org), сервисы для совместного создания презентаций (Google/Яндекс презентации);

– сервисы для организации проектной деятельности: сервисы для управления проектами и персональными задачами (Trello, Wrike);

– сервисы для организации учебно-игровой деятельности (Learnis.org, Rebus1.com);

– сервисы для организации творческой деятельности (NearPod, Onlinefotoshop, TinkerCad).

2. Сетевые сервисы по типу создаваемых учебных материалов:

сервисы для создания обучающих учебных материалов (Google/Yandex Presentation, Recordcast.com, Screenapp.io, Free-video-editors.ru, Videoredaktor.ru);

– сервисы для создания вспомогательных учебных материалов (Classtools.net, Onlinecharttool.com, Bubbl.us, Cacoo.com, Chartgo.com);

– сервисы для создания контролирующих учебных материалов (Banktestov.ru, Hot Potatoes, Onlinetestpad.com, Master-test.net, Konstruktortestov.ru).

3. Сетевые сервисы по реализации этапов урока:

– реализация организационного этапа урока (сервисы видеоконференций);

– мотивация учебной деятельности (сервисы для создания ребусов, кроссвордов, сервисы для создания видеофрагментов);

Таблица 1

Сетевые сервисы для поддержки лабораторного практикума по дисциплине «Инновационные технологии электронного обучения»

№ п/п	Тема занятия	Сетевые сервисы
1	Использование сервисов Google в профессиональной деятельности педагога	Сервис для видеовызовов Google Duo Поиск публикаций Google Scholar Видеохостинг Youtube Облачное хранилище данных Google Disk Совместные документы Google Docs Создание блогов Blogger/
2	Электронный кабинет педагога	Конструкторы веб-сайтов Google Sites, Wix, Tilda Специализированный сервис Google Class
3	Разработка информационных материалов	Создание плакатов Smore.com Создание электронных публикаций Calameo.com/ http://lumpics.ru/scribus/ Онлайн конструктор визиток, листовок, буклетов Maketron.ru, Simplebooklet.com Полиграфический онлайн сервис Printdesign.ru, Scribus Онлайн-доски: IDroo, Sboard
4	Создание контролирующих материалов	Создание тестов Banktestov.ru, Hot Potatoes, onlinetestpad.com, Master-test.net, Konstruktortestov.ru Создание ребусов Rebus1.com, Rebuskids.ru Создание кроссвордов Onlinetestpad.com
5	Обратная связь	Создание анкет и опросов Onlinetestpad.com, Google Forms, Anketolog.ru, Testograf.ru Опросы, голосование онлайн: mentimeter
6	Портфолио как составная часть мониторинга компетентности будущего педагога	Сервисы для создания и хранения портфолио педагогов Uportfolio.ru, 4portfolio.ru/Teacher, My-works.ru, Portfolios.ru
7	Портфолио для оценки достижений обучающихся	Сервисы для создания и хранения портфолио обучающихся Portfoliodel.ru, 4portfolio.ru/Schoolboy, Portfo-leo.ru
8	Средства визуализации учебных материалов курса	Создание схемы «Фишбоун»: Classtools.net Создание диаграмм и графиков онлайн Onlinecharttool.com, Bubbl.us, Cacoo.com, Chartgo.com Создание ментальных карт Mind42.com Генерация облака слов с действующими ссылками Wordart.com/ Создание gif анимации Gifovina.ru/ Графические онлайн-редакторы: Online-fotoshop, TinkerCad
9	Видеоматериалы как одна из форм реализации материалов для электронного обучения	Запись с экрана онлайн: Recordcast.com, Screenapp.io Видеомонтаж онлайн Free-video-editors.ru, Videoredaktor.ru
10	Комплексные задания	Создание интерактивных упражнений Learningapps.org, Kahoot!, NearPod Создание комплексных заданий Onlinetestpad.com
11	Платформы для онлайн-обучения	Образовательные платформы и конструктор бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков: Stepik.org, Ispring.ru, Diskurslms.ru, Coreapp.ai, Moodle.com
12	Сетевые системы для дистанционной работы школ	Сервисы видеоконференций: Zoom, GSuite (Hangouts), Microsoft Teams, Skype, Discord, Whatsapp, Vkontakte,Viber, Telegram Выполнение готовых заданий: Yaklass, Яндекс.Учебники, Uchi.ru, resh,edu.ru Сервисы совместного планирования: Trello, Wrike

– актуализация знаний (сервисы для создания тестов с обратной связью, сервисы для создания викторин и других интерактивных заданий);

– объяснение нового учебного материала (онлайн-доски, презентации, демонстрации экрана в видеоконференции, видео с экрана);

– рефлексия (средства онлайн-голосования, чат видеоконференции).

Систематизация знаний о сетевых сервисах и их применение в обучении позволяет будущим учителям информатики более уверенно ориентироваться в данной предметной области, выбирать эффективные

средства для решения конкретных профессиональных задач.

Отдельной темой дисциплины «Инновационные технологии электронного обучения» были сетевые сервисы, которые являются специфичными для обучения информатике как школьному предмету, в частности – среды онлайн-разработки, интерактивные тренажеры, обучающие онлайн-игры по информатике. В табл. 2 приведены примеры сетевых сервисов, которые могут успешно использоваться учителями при обучении курсу школьной информатике в 8–9 классе [7] в дистанционном формате.

Среды онлайн-разработки позволяют обучающимся и учителю работать с необходимым программным обеспечением через браузер без установки его на компьютер. Работа с интерактивными тренажерами позволяет обучающимся проверять правильность ответов и вырабатывать навыки без помощи учителя, поэтому данные тренажеры могут успешно использоваться при организации самостоятельной работы обучающихся.

Использование сетевых сервисов в обучении школьников информатике в дистанционном формате позволяет разнообразить учебную деятельность обучающихся, внести элементы интерактивности, значительно повысить процент продуктивной самостоятельной работы обучающихся [8]. Данные сервисы могут применяться учителями независимо от места проведения занятий: как в традиционном формате, так и в формате дистанционного образования. Знание будущими учителями информатики разнообразных сетевых сервисов, особенностей их применения в обучении позволит, в совокупности с хорошей методической подготовкой, успешно организовывать дистанционное обучение информатике в школе, проявлять мобильность в разных педагогических ситуациях.

Полученные компетенции были применены студентами направления «Педагогическое образование» профилей обучения «Информатика», «Физика и информатика», «Информатика и математика» в ходе педагогической практики в школе. Для получения обратной связи был проведен опрос студентов, в котором они обобщили опыт применения сетевых сервисов в дистанционном обучении информатике школьников. Студентам было предложено выбрать пять наиболее часто используемых сетевых сервисов при обучении школьников информатике в дистанционной форме, а также выделить достоинства и недостатки каждого выбранного сервиса. Как показал анализ предоставленных студентами ответов, наиболее популярными сетевыми сервисами, которые студенты использовали в процессе обучения школьников 8–9 классов информатике, стали:

1. Сервис видеоконференций Zoom.
2. Онлайн-доска с возможностью совместного доступа.
3. Сервис Google Forms для создания тестов и опросов.
4. Среда онлайн-разработки на языке Pascal и Python.
5. Сервис для организации обратной связи Mentiometer.

Таблица 2

Сетевые сервисы при обучении курсу школьной информатики (8–9 класс) в дистанционном формате

Тема школьной информатики	Среды онлайн-разработки	Интерактивные тренажеры
Информационное моделирование	Инструмент для работы с графами онлайн Graphonline.ru Инструмент для построения таблиц: Google/Яндекс таблицы Инструмент для работы с картами: конструктор карт Яндекс	Онлайн-тесты для подготовки к ОГЭ по информатике inf-oge.sdamgia.ru
Хранение и обработка информации в базах данных	Бесплатные хостинги (beget, 000webhost и др.) с поддержкой phpMyAdmin	Онлайн-тренажер с упражнениями по стандартному языку запросов (SQL) Sql-academy.org
Табличные вычисления на компьютере	Инструмент для работы с таблицами: Google/Яндекс таблицы	Онлайн-тесты для подготовки к ОГЭ по информатике inf-oge.sdamgia.ru
Управление и алгоритмы	Учебная среда программирования ГРИС (работа с графическими исполнителями)	Исполнитель LightBot, Учебный онлайн-исполнитель «Перевозчик», «Водолей»
Программное управление работой компьютера	Редактор блок-схем онлайн programforyou.ru Онлайн-компилятор Onlinegdb.com	Автоматическая тестирующая система Информатикс

Популярность использования сервиса видеоконференций можно объяснить в том числе требованием образовательных организаций не менее 60 % урока проводить в формате «лицом к лицу», а также наличием в видеоконференциях дополнительных инструментов, таких как чат, демонстрация экрана, доска для совместной работы. Однако, как видно из полученного рейтинга, несмотря на то, что в системе видеоконференций есть инструмент «онлайн-доска», сторонние сервисы онлайн-досок занимают второе место по популярности их использования студентами в процессе обучения школьников. Как отметили студенты, удобством онлайн-досок является предоставление возможности совместной работы с обучающимися, наличие инструментов по работе с формулами и чертежами, возможность вставлять необходимые графики и иллюстрации. Другими словами, сторонние сервисы онлайн-досок более специализированы для учителей информатики и предоставляют им дополнительные средства для решения задач урока по сравнению с встроенной в систему видеоконференции онлайн-доской. На третьем месте по популярности использования сетевых средств в процессе обучения информатике оказался сервис Google Forms для создания тестов и опросов. Тесты и опросы часто использовались студентами для проверки входных знаний обучающихся, для диагностики уровня усвоения нового учебного материала, а также обратной связи по пройденному уроку. Как отметили студенты, Google Forms позволяет быстро создавать тестовые задания и предоставляет удобные инструменты для аналитики данных (сведение итоговых результатов в таблицу, диаграммы). Поскольку в ходе прохождения педагогической практики студенты преподавали программирование, они активно использовали среды онлайн-разработки на языках программирования Pascal и Python. Данные среды, как и настольные системы программирования, включают в себя встроенный редактор кода и компилятор. Недостатком сред онлайн-разработки на языках программирования студенты назвали отсутствие возможности подключения сторонних библиотек. Однако возможностей для решения учебных задач по программированию вполне достаточно. Пятое место в рейтинге занимает сервис для организации обратной связи Mentiometer. Этот сервис использовался студентами для актуализации знаний (посредством онлайн-голосования), обобщения знаний (сбор ключевых слов по теме от обучающихся), а также оценки личностной значимости для обучающихся тех или иных изученных на уроке понятий и фактов (средство онлайн-оценки и ранжирования).

Наименее популярными у студентов оказались сетевые сервисы по разработке учебных материалов, что можно объяснить, во-первых, наличием достаточно качественных готовых учебных материалов (например, на платформах ЯндексКласс, Московская электронная школа, Учи.ру и др.), во-вторых, удобством настольного программного обеспечения (офисные пакеты MS Office, LibreOffice, графические редакторы Inkscape, Gimp и др.) для разработки обучающих и дополнительных учебных материалов.

Заключение

В настоящее время уровень развития информационных технологий позволяет создавать всё новые сетевые сервисы для решения актуальных задач пользователей сети Интернет. Использование современных сетевых сервисов учителями информатики позволяет достаточно успешно преподавать все темы курса школьной информатики в дистанционном формате, включая программирование, моделирование и работу с базами данных. В связи с тем, что дистанционное обучение стало неотъемлемой часть современного образования, будущим учителям информатики необходимо уметь эффективно использовать сетевые сервисы в обучении школьников. Знакомство с сетевыми сервисами для решения разнообразных профессиональных задач в вузе (включая разработку цифровых образовательных ресурсов посредством сетевых сервисов, применение онлайн-сервисов для организации разных видов учебной работы обучающихся и др.), применение этих сервисов в процессе педагогической практики, а также анализ успешного опыта других педагогов позволит будущим учителя информатики определить для себя оптимальное сочетание использования в учебном процессе сетевых сервисов, готовых цифровых материалов и собственных разработок для достижения высокого качества образования школьников.

Список литературы

1. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf (дата обращения: 21.08.2021).

2. Кочеткова О.А., Слугина А.А. Возможности применения Интернет-сервисов на уроках информатики в школе //

Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2019. № 1. С. 70–74.

3. Мнацаканян О.Л. Методика использования социальных сетевых сервисов в школьном курсе информатики: дис. … канд. пед. наук. Москва, 2012. 202 с.

4. Петрова Т.М. Методическая система подготовки будущего учителя к реализации дистанционного обучения информатике: дис. … докт. пед. наук. Омск, 2004. 446 с.

5. Вайндорф-Сысоева М.Е. Методика дистанционного обучения. М.: Юрайт, 2019. 194 с.

6. Савченкова Н.Н., Максимова Н.А. Социальные сетевые сервисы в учебном процессе // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 11. С. 161–164.

7. Семакин И.Г., Шестакова Л.В. Информатика. 9 класс. М.: Просвещение. 2017. 200 с.

8. Кречетников К.Г. Особенности организации смешанного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=29019 (дата обращения: 19.08.2021).

УДК 372.862

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ К ДИСТАНТНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

[1]Беспалько А.А., [2]Сочнева Н.В., [2]Тощев А.П., [2]Тутынина О.И.

[1]Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, e-mail: tuola@list.ru;

[2]Волго-Вятский филиал Московского технического университета связи и информации, Нижний Новгород, e-mail: snv_nki@mail.ru, nnandy0610@gmail.com, tutynina@mail.ru

В статье освещается опыт авторов по переходу от традиционной формы обучения к дистанционной. Особое внимание уделяется особенностям преподавания и формирования учебно-методических материалов для дисциплин, связанных с освоением основ программирования. Описаны основные разделы учебно-методического обеспечения, которые получают обучающиеся. С учетом естественного увеличения времени, которое студенты тратят на самостоятельную работу, пакет материалов существенно увеличился. Помимо рабочей программы, лекций и заданий он должен включать описание сред разработки в виде инструкции пользователя, глоссарий, справочник по языку программирования, комплект примеров решения типовых задач, подробный разбор стандартных алгоритмов. Уделено внимание организации итогового испытания в условиях дистанционного обучения, отмечены особенности формирования пакета заданий для учащихся среднего профессионального образования и бакалавров. Раздел статьи посвящен выбору технологий, используемых для организации учебного процесса. В них входят программа для проведения онлайн конференций Zoom, сервис стрима Дискорд, социальная сеть ВК и облачные технологии Гугл и Яндекс. Комплексное использование современных информационных технологий для проведения занятий онлайн позволяет организовать своевременный контроль и предоставление актуальной информации для студентов.

Ключевые слова: дистанционное обучение, онлайн-обучение, программирование, учебно-методические материалы, типовые задачи, презентации, кейс-стади

PECULIARITIES OF PREPARATION OF EDUCATIONAL-METHODOLOGICAL MATERIALS FOR TEACHING PROGRAMMING REMOTELY

Bespalko A.A., Sochneva N.V., Toschev A.P., Tutynina O.I.

Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod, e-mail: tuola@list.ru; Volgo-Vyatka Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Nizhny Novgorod, e-mail: snv_nki@mail.ru, nnandy0610@gmail.com, tutynina@mail.ru

The article highlights the authors' experience in the transition from the traditional form of education to distance learning. Particular attention is paid to the peculiarities of teaching and the formation of educational and methodological materials for disciplines related to the development of the basics of programming. The main sections of educational and methodological support that students receive are described. Taking into account the natural increase in the time that students spend on independent work, the package of materials has increased significantly. In addition to the work program, lectures and assignments, it should include a description of development environments in the form of a user manual, a glossary, a programming language reference, a set of examples for solving typical problems, and a detailed analysis of standard algorithms. Attention is paid to the organization of the final test in the conditions of distance learning, the features of the formation of a package of tasks for students of secondary vocational education and bachelors are noted. The section of the article is devoted to the choice of technologies used to organize the educational process. They include the program for online conferences Zoom, the Discord stream service, the VK social network and cloud technologies Google and Yandex. The complex use of modern information technologies for conducting classes online allows you to organize timely control and provide up-to-date information for students.

Keywords: distance learning, online learning, programming, teaching materials, typical tasks, presentations, case studies

О внедрении дистанционного обучения педагоги ведут речь уже как минимум десятилетие. Для части студентов это становится едва ли не единственной возможностью получить полноценное образование. Многие учащиеся по окончании школы сознательно выбирают такой путь. Это связано с плюсами такого типа обучения [1]:

– комфортность;
– адаптивность;
– модульность;
– экономическая эффективность;
– ориентация на конечного потребителя;
– опора на передовые коммуникационные и информационные технологии.

Более того, онлайн-школы самых разных направлений открываются практически непрерывно и предоставляют современному человеку огромный выбор. Это формирует конкуренцию, в условиях которой вузы рискуют потерять накопленный десятилетиями авторитет.

Дистанционное обучение – это система обучения со своим компонентным со-

ставом: целями, содержанием, методами, организационными формами, средствами обучения. Это переход от «движения человека к знаниям» к «доставке знаний к человеку», при котором учебный процесс осуществляется с использованием современных информационных и телекоммуникационных технологий при территориальной разобщенности преподавателя с обучающимися [2].

Главными параметрами дистанционного обучения являются пространство, время и технологии [3]. В образовательном ключе пространство может подразумевать аудиторию и расстояние. Дистанционное обучение формирует удаленный подход к получению знаний. В этом ключе становится важно время, определяющее процесс взаимодействия обучаемого и педагога – одновременное присутствие или консультация с запаздыванием. И первоопределяющими для реализации образования становятся технологии, благодаря которым растет многообразие форм обучения и его возможностей.

Пандемия еще больше выявила разрыв между трендом к онлайн-обучению без отрыва от работы/семьи/увлечений и классическим обучением в аудиториях. Сложность перехода показала, что учебным заведениям не хватает адаптивности, прежде всего в части подготовки материалов, непосредственного выстраивания структуры и логики учебного процесса при дистантной форме обучения.

Психологически большинство педагогов также оказались не готовы к выходу из обычного учебного процесса в онлайн-среду. Даже при наличии в вузе электронной образовательной среды почти все материалы изначально рассчитывались как сопровождающие для офлайн-процесса обучения.

Таким образом, можно считать, что дистант – это переходный этап от классического офлайн-обучения в аудиториях к дистанционному. Во время дистанта преподаватель присутствует на занятии, которое проводится в онлайн-режиме. Он лично читает лекцию, отвечает на вопросы, комментирует выполнение практических заданий. При дистанционном обучении личное участие педагога снижается, он присутствует лишь на консультациях. Но в любом случае, базой для удаленных форм образования являются методические материалы.

Цель исследования – выделить полный состав пакета учебно-методических материалов и сформулировать требования к ним, необходимые для реализации качественного образовательного процесса в условиях дистанта.

Материалы и методы исследования

Основным методом является эмпирический – исследование влияния различных форм учебно-методических материалов на понимание студентами изучаемых тем. Использовался длительный опыт преподавания и организации самостоятельной работы студентов, а также исследования коллег.

Материалом исследования является практический опыт использования учебно-методических пакетов для организации обучения программированию студентов СПО и бакалавриата.

Результаты исследования и их обсуждение

Один из аспектов проблематики в процессе подготовки учебно-методических материалов в среднестатистическом вузе или колледже заключается в отсутствии у большинства преподавателей возможности использовать современные программные и технические средства: интерактивные доски или сенсорные мониторы, платные ресурсы создания элементов электронного курса (например, CourseLab) и многое другое, пока нам недоступное. Многие педагоги имеют десятки идей, как можно представить тот или иной материал в современном формате, однако пока вынуждены ограничиваться лишь презентациями и текстовыми документами.

Дистанционные технологии обучения требуют от преподавателя особенно тщательного подхода к разработке учебно-методических материалов. Следует учитывать, что даже в условиях использования сервисов прямого общения, например Zoom или Discord, студенты много времени тратят на самостоятельную работу.

Когда речь идет о программировании, преподаватель не имеет возможности подойти и лично показать особенности исправления ошибок или работы алгоритма. Это всегда было немаловажной частью освоения программирования на первом этапе – видеть, как исправляются ошибки, настраивается среда разработки, запускается отладчик, просматриваются логи и консольные сообщения. Наблюдать за этим процессом, погрузившись в собственную задачу, совсем не то, что видеть, как преподаватель демонстрирует эти навыки для всей группы.

Но в самостоятельном поиске правильного пути есть большой плюс – «собственные» знания, полученные на опыте ошибок, более устойчивы и глубоки. Минусом же является скорость освоения, которая у большинства студентов при написании

программ падает. С выходом на дистант они потеряли еще один способ поиска правильного решения – обучение через общение. Большинство учащихся с вопросами и проблемами обращаются прежде всего к одногруппникам. В процессе «живого» общения формируется общая подготовка группы в целом. На дистанционной паре реализовать такое взаимодействие практически невозможно.

Рассматривая плюсы и минусы дистанционного образования, преподаватели больше не излагают теоретические мысли – все идеи были проверены эмпирически в силу обстоятельств. И для нас главной проблемой стало не взаимодействие со студентами, а обеспечение их самостоятельной работы, объем которой вырос в разы из-за падения скорости освоения новых тем.

Именно эту проблему и помогут решить дополнительные материалы, которые преподаватель готовит заранее. При подготовке к дистантному обучению основам программирования мы разработали свой подход к разработке УМК.

Пакет презентаций

Каждая презентация, на наш взгляд, должна включать отдельную тему, глубоко проработанную и тщательно оформленную. Не все студенты имеют техническую возможность подключиться к лекции удаленно, поэтому материал должен быть изложен с учетом самостоятельного обучения.

Например, тема «Циклы» включает блок-схемы для каждого вида цикла и подробный разбор итераций алгоритма. Мы включаем примеры «по аналогии» из жизни, описывающие циклические алгоритмы. Так студентам легче воспринять понятия «условие цикла», «тело цикла».

Дополнительно разбираются типовые алгоритмы: поиск суммы, количества, максимума, минимума, табулирование функции. Для каждого алгоритма включается графическое представление, режим отладки, когда студент может увидеть значение переменных, участвующих в программе, на отдельных итерациях цикла. В качестве помощи можно предоставить короткие видеоролики, демонстрирующие отладку алгоритмов непосредственно в среде разработки. Также необходимо заострить внимание студентов на типовых ошибках, которые часто возникают при изучении синтаксиса языка программирования.

Следующий этап – обучение использования средств сред разработки (IDE). Подход был опробован при изучении Си (программирование проводилось в онлайн-компиляторе) и Java (проекты создавались в IDE Eclipse). По каждой среде была создана отдельная презентация, подробно раскрывающая возможность инструментов разработки.

Справочник команд

Базовые команды любого языка программирования несложно найти в интернете, однако мы предоставили студентам собственный. В него были включены инструкции языка программирования, которые однозначно будут использоваться в ходе выполнения заданий. Он получился не таким объемным, как, например, полное руководство, но его краткость позволила сэкономить время на поиск основных понятий.

В дальнейшем мы планируем создать раздел FAQ, в который соберем все типовые вопросы, проблемы, ошибки, и разделим их по категориям. Это существенно сэкономит время на работу с проблемами студентов, а их, в свою очередь, научит работать со справочными источниками.

Комплект примеров

Все типовые задачи обязательно предоставляются в виде готовых примеров. С одной стороны, это побуждает студентов «списывать» – брать готовое за основу. Однако опыт показал, что именно с этого и начинается обучение программированию у всех без исключения.

Готовые комплекты позволяют познакомиться с правильным синтаксисом, реализовать первую программу быстро и без ошибок. Это немаловажно с психологической точки зрения – первый успех побуждает учащихся к дальнейшей деятельности.

Наличие большого набора готовых работоспособных алгоритмов помогает создать базу. Обучение студентов следует пути, разработанному преподавателем. В нашей практике случались казусы, когда нерадивые студенты использовали знания из сети, ошибались даже с выбором языка программирования, изучая не тот, который предусмотрен курсом.

Пакет заданий

При освоении основ программирования, как правило, студенты движутся от небольших простых алгоритмов к комплексной задаче [4]. Вначале мы подбираем задания, имеющие практическую направленность, но основанные на одном, максимум двух, типовых алгоритмах. В результате учащиеся подходят к итоговому заданию с уже сформированным набором компетенций в сфере программирования.

Мы предпочитаем формировать банк заданий по вариантам, чтобы обеспечить себе уверенность в самостоятельном выполнении работ. Это занимает немалое время, однако задачи по основам программирования являются типовыми и с успехом используются при изучении разных языков программирования.

Итоговое задание строится по практико-ориентированному принципу. Формулируя его, нужно тщательно следить, чтобы не выйти за пределы уже сформированных знаний, оставить «задел» для более сильных студентов с целью расширения функционала программы и показать учащимся варианты практического применения полученных навыков.

Список источников

Этот пункт особенно важен для проработки. Среди учебных материалов и справочных ресурсов следует выбрать максимально релевантные тематике обучения, структурированные и логичные.

Каждая статья в интернете – это либо плод работы копирайтера, либо передача собственного опыта автора. Поэтому мы тщательно анализируем материалы, которые подходят для выбранных тем и методик обучения.

Источники делятся на три категории:

1. Справочники по языку программирования, например metanit.com.

2. Статьи по приемам программирования. В них раскрываются конкретные подходы к решению определенных задач.

3. Видеоуроки по использованию IDE и написанию программ.

Важно исключить для большинства студентов «информационный шум» сети Интернет, указав им четкий путь для решения поставленных задач.

Дополнительные материалы

Для самых увлекающихся студентов обязательно следует предусмотреть расширение курса с выходом на более сложные темы. По нашему опыту изучение их проходит в самостоятельном режиме, так как преподаватель в лучшем случае имеет возможность провести краткую консультацию и ответить на вопросы, но на полноценную лекцию для одного-двух человек не хватает времени.

В таком случае мы обычно планируем объемную практико-ориентированную задачу или используем метод кейс-стади [5], а в качестве сопровождения предоставляем презентации (если они есть в наличии), учебники или профессиональную литературу и набор ссылок на источники в интернете по соответствующей тематике.

Способы предоставления учебно-методических материалов

Немаловажный момент – как передать учащимся подготовленный пакет для обучения. Современные информационные технологии дают огромный выбор. Мы остановились на трех вариантах:

1. Внутренняя система обучения вуза, чаще всего основанная на Moodle.

2. Облачные технологии (Google или Яндекс Диск).

3. Социальные сети (в нашем случае ВК).

В зависимости от реализуемой методики обучения можно выложить полный комплект или копировать его постепенно – по темам. Первый вариант подходит для студентов высшей школы, где часто некоторые учащиеся уходят в своем обучении вперед. Второй вариант чаще реализуется для СПО, где перед переходом к следующей теме нужно твердо закрепить знания по изученной. При использовании внутренней электронной системы обучения мы имеем возможность открывать учебные блоки постепенно, а также указывать предельные сроки для заданий и тестов.

Облачные системы предоставляют бесплатное дисковое пространство, которого достаточно для публикации трех десятков курсов для разных групп. Преподаватель может контролировать права доступа, вести электронный журнал с оценками, доступный для чтения и студентам.

Работа с учебными материалами через социальные сети может быть ограничена по части выкладки файлов и архивов, кроме того в сообществе сложно структурировать курс, а сообщения легко теряются при накоплении их объема. Поэтому сообщество в ВК используется нами по большей части как доска объявлений и дополнительное средство общения со студентами, где они могут задать вопросы, получить дополнительную консультацию.

Каждый курс обязательно сопровождается глоссарием и путеводителем, в котором подробно описывается схема обучения. Каждый заинтересованный может выбирать собственный темп, руководствуясь простым алгоритмом обучения. Предельные сроки промежуточного контроля определяет сам преподаватель, а итоговый контроль зависит от учебного плана вуза.

Средства связи

В условиях дистанционного обучения крайне важно быть на связи и иметь воз-

можность вовремя среагировать на события, происходящие в группе. Такой всесторонний контроль позволяет преподавателю «не упустить» предмет и обеспечить качество образования на должном уровне. Погрузившись в дистант, мы воспользовались всеми доступными средствами коммуникаций, включая электронную почту и социальные сети.

Дистанционная форма обучения требует от педагогов не меньшей самоорганизации, чем от студентов. Грамотное распределение времени – единственный способ контролировать процесс обучения. Мы пошли по принципу тайм-менеджмента и выделили время для консультаций по разным предметам онлайн, которые были необходимы помимо пар, проходивших по обычному расписанию. Это было сознательным решением с целью поддержки учащихся в сложном и новом для них образовательном процессе. Тем не менее потребовалось и внедрение жестких ограничений на количество вопросов и времени консультаций, так как многие учащиеся понимают преимущество «обучение в удобное время» буквально и невольно пытаются втянуть в этот процесс и преподавателя, не чувствуя себя способным обойтись без поддержки педагога.

Со временем мы планируем записать видеолекции в дополнение ко всем материалам. Это будет первым шагом к реализации главного преимущества дистанционного образования – адаптивности. Несмотря на вывод вузов на стандартную форму обучения, мы прекрасно видим, что многие студенты готовы перейти на дистанционное обучение в силу своей занятости или удаленности от образовательного учреждения. Для них на первый план выходит экономическая эффективность дистанционного образования, особенно для старших курсов и магистратуры.

Итоговый контроль

Защита лабораторных и ответ в ходе итогового испытания осуществляется в отдельном канале Дискорд. Исходя из особенностей предмета проведение итогового контроля в дистанционном формате не вызывает больших проблем. При подготовке к итоговому испытанию студенты могут пользоваться всеми материалами, предоставленными преподавателем, своими работами, интернет-ресурсами и др. Однако особенно тщательно необходимо отнестись к построению экзаменационных заданий, таймингу и форме представления полученных в каждой теме результатов.

Для учащихся СПО мы подготовили набор экзаменационных задач на основе типовых заданий, которые студенты выполняли в процессе освоения предмета. Тайминг определен таким образом, чтобы задачу успели сделать обучающиеся с уровнем знаний ниже среднего по группе. Студенты, с успехом освоившие материал предмета, быстро выполняют задания и получают высокие баллы. Форму сдачи лабораторных заданий мы установили следующую: текстовый файл с условием задачи, листингом программы, скриншотом экрана с результатом выполнения программы.

Для студентов высшего образования был разработан набор заданий, которые можно решить разными способами, например с применением структур, динамических массивов, объектов или без них. Чем более глубокие знания материала продемонстрирует студент, тем выше балл за итоговое испытание. Форма отчета: работоспособная программа с комментариями.

Объективность оценки обеспечивается собеседованием с учащимся. Достаточно задать два-три вопроса, чтобы понять глубину проработки темы. По результатам можно скорректировать процесс обучения, предоставив дополнительный материал или пояснения по задачам.

Специфика нашего предмета такова, что мы невольно поставлены в условия жесткой конкуренции с бесплатными и относительно недорогими образовательными программами, которые часто предлагают в сети профессиональные программисты. И это обязывает преподавателя проявлять гибкость и повышать качество обучения.

Заключение

Окончательный пакет учебно-методических материалов был сформирован после первой волны дистанта. Таким образом, к осенней волне мы подошли полностью подготовленными, что сказалось на результатах обучения. Сводный отчет по разным предметам, в рамках которых изучается программирование, показал, что если в летнюю сессию неуспевающих студентов среди СПО было 36%, то в зимнюю их число снизилось до 18%, то есть в два раза. Аналогично можно сделать вывод и по бакалавриату. Летнюю сессию не закрыли 21% учащихся, зимнюю – 13%. В целом сократилось и время, требуемое для индивидуальных консультаций у преподавателя – весной каждый третий студент группы просил о беседе во внеурочное время, в осенний период полутора часов в неделю на группу было достаточно.

В качестве заключения хотелось бы отметить, что резкий переход от классических методик к дистанционным сделал невозможным полный возврат назад. Задача каждого преподавателя – сформировать набор учебно-методических материалов на стыке дистанционной и офлайн-форм обучения, создавая комплексные кейсы, которые с успехом можно применять в любой ситуации.

Список литературы

1. Карпов А.С. Дистанционные образовательные технологии. Планирование и организация учебного процесса: учебно-методическое пособие. Саратов: Вузовское образование, 2015. 67 с.

2. Потапенко Н.Е. Разработка дистанционного курса: методические рекомендации. Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. 48 с.

3. Чошанов М.А. Инженерия дистанционного обучения. М.: Лаборатория знаний, 2021. 305 с.

4. Беспалько А.А., Сочнева Н.В., Тощев А.П. Особенности выбора задач при изучении основ программирования в СПО // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–2. С. 317–321.

5. Горская Н.Н., Камскова И.Д. Проблемы перехода к компетентностно-ориентированной модели подготовки специалистов и бакалавров по направлению «Прикладная информатика» // Информатика и образование. 2013. № 4 (243). С. 59–62.

УДК 378.14

РОЛЬ КОНКУРСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ УМЕНИИ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ

Горяйнова Т.А.

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Бузулук, e-mail: t.goryaynova@mail.ru

В статье исследована роль конкурсной деятельности в формировании прогностических умений будущих бакалавров-строителей. Указана актуальность формирования прогностических умений будущих строителей и изучения строительной прогностики и классификации прогностических умений будущих строителей по различным основаниям. Представлены примеры прогнозов в строительстве. Отражены востребованность и значимость студенческой конкурсной деятельности. Выделены популярные варианты профессионально ориентированных конкурсов студентов: конкурсов производственных проектов, конкурсов курсовых и дипломных проектов, предметных и междисциплинарных олимпиад, конкурсов работодателей, конкурса-акселератора проектов, конкурса вендоров, конкурсов на гранты Российских научных фондов. Проведен анализ научно-педагогических исследований эффективной конкурсной деятельности студентов по отечественным диссертационным исследованиям последних лет. Отражены особенности влияния каждого вида конкурсов на формирование прогностических умений будущих строителей. Автором выявлены функции конкурсной деятельности студентов в формировании прогностических умений будущих строителей: профессионально ориентирующая, развивающая, мотивирующая, формирующая, адаптационная, инновационная, демонстрационная, оценочная. Представлен опыт участия будущих бакалавров Бузулукского гуманитарно-технологического института в студенческой конкурсной деятельности. Проанализировано влияние конкурсной деятельности на формирование прогностических умений в части образовательных, карьерных и производственных прогнозов. Выявлены позитивные эффекты формирования прогностических умений будущих строителей в гносеологическом, аксиологическом и праксиологическом аспектах.

Ключевые слова: прогностические умения, будущий бакалавр-строитель, конкурсная деятельность, конкурсы студенческих работ

THE ROLE OF COMPETITIVE ACTIVITY IN THE FORMATION OF PREDICTIVE SKILLS OF FUTURE BACHELOR – BUILDERS

Goryaynova T.A.

Buzuluk Humanitarian and Technological Institute (branch) of the Orenburg State University, Buzuluk, e-mail: t.goryaynova@mail.ru

The article examines the role of competitive activity in the formation of predictive skills of future bachelor builders. The relevance of the formation of predictive skills of future builders and the study of construction prognostics and the classification of predictive skills of future builders on various grounds is indicated. Examples of forecasts in construction are presented. The relevance and importance of student competitive activity is reflected. Popular variants of professionally-oriented student competitions are highlighted: competitions of production projects, competitions of course and diploma projects, subject and interdisciplinary Olympiads, competitions of employers, a project accelerator competition, a vendor competition, competitions for grants from Russian scientific foundations. The analysis of scientific and pedagogical research of effective competitive activity of students on domestic dissertation research of recent years is given. The features of each type of competitions for the formation of predictive skills of future builders are reflected. The author identifies the functions of competitive activity of students in the formation of predictive skills of future builders: professionally-oriented, developing, motivating, forming, adaptive, innovative, demonstration, evaluation. The article presents the experience of participation of future bachelors of the Buzuluk Humanitarian and Technological Institute in student competitive activities. The influence of competitive activity on the formation of predictive skills in terms of educational, career and production forecasts is analyzed. The positive effects of the formation of the predictive skills of future builders in the epistemological, axiological and praxiological aspects are revealed.

Keywords: predictive skills, future bachelor-builder, competitive activity, competitions of student works

Подготовка будущих бакалавров-строителей непрерывно совершенствуется в соответствии с требованиями развивающей экономики России [1]. Неотъемлемой частью образовательного процесса будущих строителей становится участие студентов в профессионально ориентированной соревновательной деятельности, что предполагает освоение различных методов социального и научно-технического прогнозирования. В связи с этим участие студента в конкурсной деятельности может стать фактором формирования его профессиональных прогностических умений, которые все более востребованы в практике строительства. В то же время роль конкурсной деятельности как фактора формирования прогностических умений будущих бакалавров в образовательной области «Строительство» не являлась предметом специального изучения, что актуализирует тему данной статьи.

Цель исследования состоит в установлении роли профессионально ориентированной конкурсной деятельности при формировании прогностических умений будущего бакалавра-строителя. В задачи исследования входят: анализ научно-педагогических работ по данной проблеме, установление влияния наиболее доступных современных профессионально ориентированных конкурсов студентов, презентация и критический анализ авторского опыта формирования прогностических умений будущих строителей в профессионально ориентированной конкурсной деятельности.

Материалы и методы исследования

Актуальными материалами в подготовке данной статьи были: правительственные документы в сфере образования; документы и решения о государственной поддержке талантливой молодежи; законодательные и нормативные материалы по организации учебной, внеучебной, научной и соревновательной деятельности студентов в вузах; образовательные и профессиональные стандарты в сфере строительства; тематические публикации в отечественных и зарубежных научно-педагогических журналах; педагогические диссертации по исследованию конкурсной деятельности и/или формированию прогностических умений обучающихся; интернет-источники, сайты и порталы Минобразования России и Минпросвещения России; сайты и порталы Всероссийских конкурсов студенческой молодежи, Российского научного фонда; нормативные и методические материалы по организации молодежных конкурсов, представленные на сайтах ведущих отечественных вузов.

В статье использованы авторские исследования результатов участия студентов в профессионально ориентированной конкурсной деятельности, статические данные экспериментальной деятельности по формированию прогностических умений будущих бакалавров-строителей в Бузулукском гуманитарно-технологическом институте (филиале) Оренбургского государственного университета (далее БГТИ), 2016–2021 гг.

Методами исследования являлись теоретический анализ информационных источников и материалов, систематизация, обобщение данных, качественный контент-анализ, сопоставительный анализ исследований и данных, статический анализ.

Прогностическая деятельность инженера-строителя является важной составляющей его трудовых функций. Конкуренция на рынке труда строительной индустрии предъявляет к выпускникам вуза все более высокие требования. Так, образовательные и профессиональные стандарты акцентируют внимание на формировании прогностических умений и действий. Проведенный нами качественный контент-анализ содержания 56 профессиональных стандартов группы «Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство» определил наличие таких требований, как прогнозировать ход и результат строительных процессов, находить релевантные опережающие решения задач жизненного цикла объекта. В общем случае прогностические умения будущего строителя включают специально-профессиональный (достоверный прогноз производственных ситуаций и поведения объектов строительства), личностный (достоверный прогноз собственного профессионального будущего) и социальный (достоверный прогноз развития строительной индустрии) аспекты [2, 3].

Так, формирование специально-профессиональных прогностических умений инженера-строителя является процессом освоения формализованных и интуитивных методов научно-технического прогнозирования. Формализованные методы чаще всего представлены экстраполяцией известного опыта и моделированием процессов и явлений. Интуитивные методы включают экспертизу [4]. Необходимыми условиями формирующего процесса являются накопление практического опыта научно-исследовательской и поисковой работы, специальные профессиональные знания инноваций отрасли, мотивация к профессии, взаимодействие с работодателями в ходе НИРС. В то же время образовательный процесс вуза, как показали исследования М.П. Сианова [1], нуждается в существенном дополнении форм и методов прогностической подготовки будущих строителей. Проблемными моментами представляются снижение интереса к изучению профессии и к научно-поисковой деятельности, фрагментарное представление об инновационных направлениях развития отрасли, слабое взаимодействие с работодателями.

Позитивно изменить ситуацию, как показывает практика вузов и автора статьи, может участие студентов в конкурсной профессионально ориентированной деятельности.

Обращение к вопросу о роли конкурсной деятельности студентов вызвано растущим интересом к ней со стороны образовательного и профессионального сообществ, стремительной цифровизацией образования, расширением спектра студенческих конкурсов, возможностью как непосредственного, так и дистанционного участия и, как результат, массовизацией аудитории участников. В то же время установлено, что подготовка

конкурсных заданий, как и участие в конкурсах, является для студента сложным, трудоемким видом дополнительной внеучебной деятельности [5]. В связи с этим важно определить также необходимость такой деятельности для студента.

В первую очередь отметим, что в арсенале педагогики имеется большое количество видов результативной соревновательной деятельности, таких как олимпиада, конкурс, первенство, спартакиада, турнир, чемпионат, эстафета, викторина, игра. Их различия детализированы в работе А.А. Бельчусова [6]**.** Основное отличие конкурса и его педагогический потенциал в ракурсе поставленной проблемы определяются его назначением – повысить интерес обучающихся к той или иной области деятельности и выделить лучших обучающихся в процессе соревнования.

Педагогические диссертации по проблематике конкурсной деятельности немногочисленны и, в основном, обращены к школьной аудитории. Вузовский аспект исследован для олимпиадного движения [7, 8]. В то же время научная периодика последних лет [9–11] активно развивает проблематику студенческих конкурсов, что позволяет выявить основные функции различных конкурсов в формировании прогностических умений будущих строителей. Профессионально ориентированные конкурсы в случае инженерно-технических направлений отличаются проектным подходом, т.е. созданием конкурсного междисциплинарного проекта, что соответствует ведущему виду деятельности инженера-строителя.

В данной статье рассмотрены преимущественно конкурсы профессионально ориентированных проектов в сфере строительства.

Результаты исследования и их обсуждение

Практика участия студентов БГТИ в различных профессионально ориентированных конкурсах выявила следующие наиболее доступные и активно развивающиеся варианты конкурсов для студентов строительных специальностей: Всероссийские конкурсы поддержки талантливой молодежи, конкурсы (различного уровня) студенческих проектов и работ, конкурсы Российского научного фонда, вузовские, региональные и межвузовские конкурсы бизнес- и социальной, практической и научной направленности; конкурсы грантодателей, конкурсы вендоров, конкурсы акселераторов, конкурсы отраслевых работодателей. В данной классификации конкурсы могут одновременно принадлежать к различным типам.

Конкурсы проектов широко используются в целях *выявления и поддержки талантливой молодежи*. Конкурсную деятельность в этом направлении ориентируют и обеспечивают правительственные документы, такие как Указ Президента РФ от 6 апреля 2006 г. № 325 «О мерах государственной поддержки талантливой молодежи». Этим же целям служат конкурсы, представленные на сайтах Минобрнауки и Минпросвещения России.

Конкурсы Российского научного фонда чаще всего обращены к молодым ученым, в то же время участие в них студенческой молодежи является желательным, а в ряде случаев – и необходимым условием. В таких конкурсах студенты выступают исполнителями при научном руководстве своих преподавателей – ведущих ученых вуза.

В *студенческих конкурсах всероссийского масштаба*, например «Моя страна – моя Россия», происходит сравнительная оценка общепрофессиональных компетенций выпускника отечественного вуза. Аналогичные результаты предполагает участие во Всероссийском конкурсе студенческих работ «Я – профессионал», Всероссийском конкурсе студенческих работ в рамках проекта «Профстажировка 2.0» [10].

Анализ *вузовских и межвузовских конкурсов* студентов строительных факультетов университетов России выявил активную конкурсную деятельность, обеспеченную локальными актами и Положениями. Чаще всего в профессионально ориентированных конкурсах студентов-строителей участвуют бизнес- и социальные проекты, практико-ориентированные образовательные проекты по профилю кафедр, научно-исследовательские проекты по направлениям научной деятельности вуза [9, 11].

Большой интерес и значительное количество участников привлекают *конкурсы различных грантодателей* [12]. Грант представляет собой безвозмездную выплату в денежной или натуральной форме на проведение научных или других исследований, опытно-конструкторских работ, на обучение с последующим отчетом об их использовании. Широко известны грантовые программы для студентов технических направлений подготовки: гранты Президента и Правительства РФ, Всероссийский конкурс молодежных проектов стратегии социально-экономического развития «Россия-2035», Фонда «Росмолодежь», конкурса «Участник Молодежного Научно-Инновационного Конкурса» («У.М.Н.И.К»), который проводится Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Развитие цифровых технологий существенно расширило аудиторию студентов-конкурсантов, вызвало к жизни многообразие *дистанционных конкурсов*, ускорило и минимизировало проблемы регистрации участников и подачи материалов [10]. В этом направлении для студенческой молодежи действуют интернет-ресурс RSCI.RU с информационной поддержкой проекта «Молодые ученые России», Всероссийский образовательный портал STUDPORTAL, Всероссийский сайт конкурсов и многие другие.

Новый вариант соревновательной деятельности представляют *конкурсы-акселераторы*, например «Большая разведка 21» [13]. Это действенная форма поэтапного интеграционного обучения предпринимательской деятельности в профессии. Конкурс создается на базе акселерационной платформы, которая предоставляет не только цифровые сервисы конкурсной деятельности, но и взаимодействие с работодателями, грантодателями, органами власти и другими стейкхолдерами научно-инновационной деятельности для создания стартапа. Конкурсная программа предполагает бизнес-инкубирование проектов, межпроектное взаимодействие (так называемый проектный коворкинг), коммерциализацию, привлечение инвестиций.

Среди значимых в контексте данного исследования конкурсов выделим также *конкурсы вендоров* (представителей торговой марки, разработчиков товара или услуг). Чаще всего такие конкурсы проводятся крупными IT-компаниями, создающими специализированное программное обеспечение, такими как мировые тренды CISCO, Microsoft, Intel, и отечественными представителями инженерных программных продуктов АСКОН. В сфере интереса строительных компаний под эгидой АСКОН проходят конкурсы информационного цифрового моделирования зданий (BIM-технологий) [14].

Конкурсы проектов могут быть как индивидуальными, так и групповыми или командными. В варианте группового/командного участия отмечается быстрое распределение лидерских и исполнительских ролей в проекте. Значительно сложнее осваиваются функции коммуникаторов, презентации проекта, поиска ресурсов и определения программы действий членов команды [15].

Студенты активно принимают участие в конкурсах узкой строительной проблематики отраслевых работодателей, нацеленных на развитие профессиональных компетенций будущих строителей, привлечение их интереса к будущей профессии, такие как Всероссийский молодежный конкурс медиапроектов в сфере урбанистики «Городские интонации», ежегодный конкурс студентов строительных вузов с призом стажировки в Германии в компании MC-Bauchemie.

Выводы

Роль профессионально ориентированных конкурсов студенческих проектов может быть представлена в общем и конкретном случаях.

В общем случае участие в конкурсе, как правило, обеспечивает: вовлечение студентов во внеучебную социально значимую деятельность через реализацию проектов; формирование команд единомышленников в рамках отдельного проекта, выявление способностей студентов; создание соревновательных вызовов для повышения мотивации к изучению специальности, необходимое разнообразие в традиционные формы вузовского обучения.

Профессионально ориентированные конкурсы направлены на прямую трансляцию вузу требований работодателей, демонстрацию актуальных потребностей отраслевой индустрии, опыта применения инновационных востребованных умений профессиональной деятельности.

В конкретном случае формирования прогностических умений будущих бакалавров-строителей проведенный анализ выявил основные роли профессионально ориентированных конкурсов: профессионально ориентирующую, развивающую, мотивирующую, формирующую, адаптационную, инновационную, демонстрационную, оценочную. Указанные роли проявляются в различной степени в зависимости от характера конкурса.

Участие в проектной конкурсной деятельности во всех случаях расширяет горизонты профессионального будущего студента, становится практикой выбора наиболее значимой области приложения своих профессиональных знаний, помогает прояснить создание образовательной траектории. Возможные неудачи также способствуют формированию прогностических умений, поскольку объективизируют самооценку, могут стать отправной точкой нового проекта и/или направления проектно-поисковой деятельности.

Важнейшим результатом участия в конкурсах РФН является знакомство с прогностической функцией науки на основе осмысления реальности строительной отрасли и ее процессов, изучения законов протекания процессов строительства, пред-

положения о существовании законов развития реальности. Выполняя отдельные комплексные задания в рамках конкурсной тематики, студент, как правило, обрабатывает результаты формализованными методами прогнозирования (экстраполяцией, интерполяцией, моделированием), что также является элементами прогностических умений. Опыт привлечения студентов показал, что формирование прогностических умений обусловлено конкретизацией области профессиональной деятельности, более корректной самооценкой исследовательских способностей, а также приобретением навыков аналитической, научно-поисковой работы.

Всероссийские студенческие конкурсы и конкурсы студенческих работ и проектов способствуют знакомству с инновациями техники, технологии и кадровой перспективой отрасли, существенно расширяют горизонты и длительность прогнозов социального и личностного характера, обеспечивают объективную экспертизу готовности бакалавра к будущей деятельности, дают корректную обоснованную оценку достоверности прогнозов его проекта.

Конкурсы вузовского, межвузовского и регионального уровней стимулируют развитие интереса к профессии, обеспечивают содействие в формировании востребованных профессиональных компетенций и актуальных методов работы в строительстве. Вузовские, как и факультетские, конкурсы при всех достоинствах не отражают всего спектра исследований в строительной отрасли, поэтому необходимо привлекать студентов к мероприятиям большего масштаба.

Конкурсы грантодателей, помимо всех вышеназванных возможностей, формируют умения моделирования для предварительного распределения материальных ресурсов проекта (прогноз фандрайзинга) и, безусловно, в случае победы создают материальные возможности реализации своих профессиональных прогнозов и планов.

Конкурсы-акселераторы оказывают многофакторное интенсифицирующее влияние на формирование прогностических умений, являясь синтезом обучения, практики, производственно-коммерческой оценки реалистичности будущего проекта.

Конкурсы вендоров (как правило, в сфере IT-технологий) формируют перспективные профессиональные умения информационного характера, связанные с предварительной многоаспектной оценкой поведения объекта строительства на основе цифрового моделирования.

В конкурсах командных и групповых проектов успех подготовки командного проекта сопровождается формированием прогностических умений личностного характера, способствует более обоснованному прогнозированию своего трудового поста в иерархии отношений и в коммуникации строительной организации, а также критической оценке личностных ресурсов командной работы для достижения карьерных целей.

Подготовка проектов и участие в конкурсах строительных проектов от работодателей характеризуются тем, что студенты уже в стенах вуза задействованы в проектно-производственной сфере строительной отрасли, обучаются инновационным технологиям и приобретают перспективные производственные компетенции.

Дистанционные сервисы сопровождения конкурсов создают студентам практику опережающей социальной адаптации в профессионально ориентированной цифровой среде, пространство выбора и перспективу дальнейшего развития.

Резюмируя проведенное исследование, отмечаем, что участие в конкурсах является фактором формирования гносеологического, аксиологического и праксиологического компонентов прогностических умений будущих бакалавров-строителей. Образовательный потенциал таких конкурсов состоит в целенаправленном дополнении традиционных учебных и внеучебных форм компетентного развития будущих бакалавров. Конкурсная деятельность обеспечивает формирование таких элементов прогностических умений, как общее видение конкурсной ситуации, выбор перспективной темы, перенос прошлого опыта в новые условия будущего проекта, моделирование в проекте, предварительный анализ, минимизация возможных рисков. Конкурс является и средством объективной экспертной оценки прогнозных проектов.

Список литературы

1. Саинов М.П. Трансформация высшего строительного образования и качество подготовки выпускников // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. Вып. 2. С. 1–21.

2. Горяйнова Т.А., Белоновская И.Д. Исследование прогностических умений будущих инженеров методом контент-анализа // Вестник Оренбургского государственного университета. 2020. № 5 (228). С. 99–106.

3. Kargapoltseva N.A., Erofeeva N.E., Pak L.G., Gori-ainova T., Popova O.V., Kulesh E.V., Ilkevich B.V. Creation culture of occupational forecasting for niversity students Modern Journal of Language Teaching Methods. 2018. V. 8. No. 6. P. 190–201.

4. Ананьев С.А. Методы научно-технического прогнозирования в строительстве // Ползуновский альманах. 2019. № 2. Т. 1 . С. 23–27.

5. Стародубец Е.Е., Петрова Т.П., Борисевич С.В. Роль студенческих олимпиад в развитии высшего профессио-

нального образования // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 16. С. 342–346.

6. Бельчусов А.А. Понятие и типология дистанционных конкурсов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2011. № 3–1. С. 27–37.

7. Пушкарёва Л.А. Формирование стиля творческой деятельности будущих специалистов олимпиадными методами и средствами: на примере общепрофессиональной подготовки в техническом вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2009. 16 с.

8. Макарова О.Н. Совершенствование подготовки будущих учителей средствами профессионально-ориентированных олимпиад: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Барнаул, 2012. 22 с.

9. Ильина Т.И. Конкурсная деятельность как форма развития профессиональных качеств студентов // Образование. Карьера. Общество. 2014. № 3 (42). С. 15–17.

10. Матолыгина Н.В., Степанова С.А., Руглова Л.В. Плюсы и минусы проведения открытых всероссийских конкурсов научно-исследовательских проектов студентов в дистанционном формате // Вестник евразийской науки. 2020. Т. 12. № 6. С. 61.

11. Савельева Г.Н. Конкурс исследовательских проектов в экспериментальном формате // Техническое творчество молодежи. 2020. № 5 (123). С. 7–9.

12. Поляков А.А., Семенова Ю.А. Грантовые программы как направление поддержки творческой молодежи // Вестник науки и образования. 2020. № 12–2 (90). С. 105–107.

13. Конкурс-акселератор инновационных проектов «Большая разведка 2021». [Электронный ресурс]. URL: https://berza.ru/bolshaya-razvedka-akselerator/#content (дата обращения: 16.08.2021).

14. Объекты прошлого и будущего в проектах победителей «BIM-конкурса мастер-RENGA» // САПР и графика. 2020. № 6 (284). С. 50–55.

15. Сафонова К.И., Подольский С.В. Проектная деятельность студентов в вузе: принципы отбора проектов и критерии формирования проектных групп // Общество: социология, психология, педагогика. 2017. № 9. С. 52–61.

УДК 378.1

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ И КУЛЬТУРЕ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МАСТЕРСКАЯ»

Довгань Е.А.

Волгодонский филиал ФГКОУ ВО «Ростовский юридический институт МВД России», Волгодонск, e-mail: polykovatat@yandex.ru

На сегодняшний день приоритетная задача образования – научить слушателей, обучающихся по программам профессиональной подготовки, переподготовки, повышения квалификации образовательных организаций МВД России, объективному восприятию мира и своего места в этой реальности. Именная полицентрическая образовательная технология мастерских помогает раскрыть данную проблему. Автор доказывает нам, что каждый слушатель выстраивает процесс самообразования по собственному вектору. Поэтому, для того чтобы воспитать творческую, активную личность, умеющую учиться, каждый педагог должен использовать на занятиях инновационные технологии для формирования профессионализма сотрудника ОВД. Все эти задачи поможет решить технология «Педагогическая мастерская» на занятиях по дисциплине «Русский язык и культура речи». Она даёт возможность педагогу приобщить обучающихся к творчеству, к открытию нового, к самостоятельной исследовательской деятельности, совершенствуя профессиональные навыки. Данная технология имеет строгую последовательность. Каждый этап отвечает определённым требованиям, и занятие проводится в соответствии со строгим алгоритмом. Результатом работы в мастерской становится не только реальное знание или умение, но и процесс постижения истины, открытие нового. Включение в образовательный процесс инновационных методов и приёмов создает условия развития творческой личности. Мастерская выступает как совокупность пространств: учебного, культурного, творческого, где обучающийся применяет свой багаж знаний, сам выстраивает траекторию развития профессиональных навыков.

Ключевые слова: процесс, навык, инновация, технология, деятельность, личность, речь, творческие способности

IMPROVING THE QUALITY EDUCATION OF STUDENTS IN THE RUSSIAN LANGUAGE AND SPEECH CULTURE CLASSES USING THE INNOVATIVE TECHNOLOGY «PEDAGOGICAL WORKSHOP»

Dovgan E.A.

Volgodonsk branch of the Rostov law Institute of MIA of Russia, Volgodonsk, e-mail: polykovatat@yandex.ru

Today, the priority task of education is to teach students studying under the programs of professional training, retraining, advanced training of educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia, an objective perception of the world and their place in this reality, which is the key to acquiring human values. The nominal polycentric educational technology of workshops helps to solve this problem. The author proves to us that each listener builds the process of self-education according to his own vector. Therefore, in order to raise a creative, active person who can learn, every teacher should use innovative technologies in the classroom to form the professionalism of an internal affairs officer. All these tasks will be solved by the technology «Pedagogical workshop» in the classes «Russian language and speech culture». It allows the teacher to introduce students to creativity, to the discovery of new things, to independent research activities, improving professional skills. This technology has a strict sequence. Each stage meets certain requirements, and the lesson is conducted in accordance with a strict algorithm. The result of working in the workshop is not only real knowledge or skill, but also the process of comprehending the truth, discovering new things. The inclusion of innovative methods and techniques in the educational process helps in creating favorable conditions for the development of a creative personality. The workshop acts as a set of spaces: educational, cultural, creative, where the student applies his knowledge, builds the trajectory of professional skills development himself.

Keywords: knowledge, technology, activity, pedagogical workshop, speech, level of education

В образовательной системе давно и успешно проходит процесс введения новых, инновационных технологий в связи с развитием методик реализации учебных программ. В последние годы появляется множество новых инновационных образовательных технологий, овладев которыми педагог сможет привлечь обучающихся, способствовать развитию творческих способностей, помочь слушателям в решении задач формирования ценностных установок личности в самоопределении. Технология «Педагогическая мастерская» позволит преподавателю и выстроит взаимоотношения с обучающимися в формировании конкретных знаний и умений. «Мастерская» представляет собой совокупность системных методов создания учебного пространства. Использование их генерирует процесс преподавания и усвоения знаний с учётом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящий своей задачей

оптимизацию форм образования [1]. Задача преподавателя не преподносить готовые знания, а организовать самостоятельный познавательный процесс. Именно поэтому использование педагогической мастерской обеспечивает вовлечение каждого обучающегося в активный познавательный процесс.

Исходя из этого, внедрение на занятиях по дисциплине «Русский язык и культура речи» технологии педагогических мастерских очень эффективно. Конечно, невозможно применять данную технологию на каждом занятии, но для повторения и обобщения она подходит идеально. В данном случае слушателю, который уже имеет основную базу данных, предлагается постичь тему в более широком формате. Обучающийся выдвигает гипотезу, формулирует цели, осуществляет выполнение какого-либо проекта и задания в группе, индивидуально. При этом каждый видит свой уровень выполнения, выстраивает выводы [2].

В связи с этим особое значение приобретает реализация в процессе обучения технологии педагогических мастерских, которая ориентирована на личностное развитие обучающихся, формирование у них навыков и умений творческого постижения и осмысления новых знаний [3].

Владение инновационной образовательной технологией даёт возможность педагогу выйти на новый уровень профессиональной деятельности. В педагогическом сообществе ценятся профессионалы, владеющие новыми интересными методами и приёмами работы.

Чтобы повысить уровень обученности, педагог должен использовать новые технологии преподавания. При этом педагог диверсифицирует образовательные технологии в зависимости от типа учебного занятия. Следовательно, преподаватель должен создавать условия, которые раскрывают учебный потенциал каждого слушателя.

Целью исследования является:

1) анализ теоретических и практических подходов при реализации инновационных технологий в процессе изучения нормативного аспекта русского языка и культуры речи;

2) синтезация совместного творчества педагога и слушателя;

3) трансляция педагогического опыта.

Материалы и методы исследования

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что использование на занятиях по русскому языку и культуре речи технологии «Педагогическая мастерская» позволяет обучающимся интенсивно овладеть знаниями в условиях сотворчества. Из существующих педагогических методов мастерская использует в работе исследовательские и проблемные приёмы обучения, опирающиеся на логические противоречия и связи между ними. Здесь творческий процесс основан на чередовании бессознательного или осознанного. В системе мастерских все проблемы выдвигаются участниками, и в ней важен сам процесс создания, приобщающий слушателя и педагога к радости познания. Данная технология очень эффективна в процессе обучения русскому языку и культуре речи будущих сотрудников МВД.

Результаты исследования и их обсуждение

Как повысить качество знаний обучающихся? Прежде всего, необходимо заинтересовать слушателей, сделать процесс обучения увлекательным, создать условия, чтобы каждый почувствовал себя успешным. Поэтому каждый педагог разрабатывает своё занятие с учётом следующих условий: во-первых, создать ситуацию успеха для каждого обучающегося, во-вторых, использовать достижения современных педагогов-новаторов, в-третьих, разработать индивидуальные познавательные задания для каждого обучающегося. Действительно, педагог, который использует инструменты инновационной технологии, создаёт почву для будущего специалиста. Поэтому одна из приоритетных задач осовремененного образования – подготовить профессионалов, которые обладают не только теоретическими знаниями, но и практическими навыками. Поэтому, чтобы воспитать творческую, активную личность, каждый педагог должен организовать занятие с использованием инновационных технологий. Только в этом случае учёба станет доставлять радость.

Мы часто слышим слово «инновация», иногда даже и в неправильной трактовке. Но когда в обществе появляется совершенно новый и удобный для нас сервис или услуга, каждый раз удивляемся новым технологиям.

Также в сети Интернет можно найти и другие статьи, в которых авторы задаются вопросом: «А что же такое инновация?» Ответ мы находим в определении, которое даёт Дж. Боткин: «Инновация – реализация идеи, которая решает конкретную задачу и обеспечивает ценность для компании и клиента» [4]. Об инновациях в российской образовательной системе заговорили с 1980-х гг. Именно в это время в педагогике проблема инноваций и, соответственно, её

понятийное обеспечение стали предметом специальных исследований. Термины «инновации в образовании» и «педагогические инновации», употребляемые как синонимы, были научно обоснованы и введены в категориальный аппарат педагогики. Проблемой инновационных технологий занималось и продолжает заниматься большое число талантливых учёных и педагогов. Педагоги-теоретики и практики пришли к мысли о том, что повышение качества знаний напрямую зависит от использованных технологий. Данная проблема отражена в большом количестве публикаций: всеобщего философского содержания; общенаучного социального и частно-научного (собственно технолого-педагогического). К первому уровню следует отнести работы: Е.П. Белозерцева [5], В.И. Загвязинского [6], М.В. Кларина и др. Ко второму уровню относятся работы: А. Адамского [7], В. Шаталова [8], Н.И. Беловой [9], А. Тубельского [10], которые считают, что основными принципами повышения качества образования являются, во-первых, креативность (ориентация на творчество); во-вторых, усвоение знаний в системе. Большое влияние на настоящее исследование оказали труды И.Я. Лернера [11], В.П. Беспалько [12], Н.А. Селезневой [13] и других. Обзор литературы по теме исследования показал, что проблема преподавания русского языка и культуры речи далека от разрешения. Вышеуказанные работы касаются самых различных аспектов этого вопроса, демонстрируя сложность и неоднозначность подходов. Задача изучения проблемы повышения качества образования слушателей на занятиях по русскому языку и культуре речи с использованием инновационной технологии «Педагогическая мастерская» в связи с изменением современной образовательной парадигмы нуждается в продолжении исследований.

Поэтому, для того чтобы привести систему образования в соответствии с требованиями времени и задачами развития страны в целом, необходимо использовать в учебном процессе инновационные технологии, которые способствуют повышению качества образования обучающихся. Для этого педагог использует систему взаимосвязанных инновационных видов работ, которые состоят из следующих компонентов (рис. 1).

Несколько подробнее остановимся на некоторых приемах, которые используем в процессе обучения русскому языку и культуре речи с использованием технологии «Педагогическая мастерская». На данных занятиях слушателям предлагается выполнить следующие виды упражнений: во-первых, групповые задания, которые позволяют охватить всех обучающихся, во-вторых, создание проектов по пройденному материалу, в-третьих, подготовить презентацию по изученному материалу. Использованные методы и приемы основываются на принципах: гуманизации, индивидуализации. Данная технология позволяет педагогу решить ряд задач:

– активизация полученных знаний;

– пробуждение интереса к учебному предмету;

– участие всех слушателей в обобщающем занятии.

Действительно, для того чтобы овладеть технологией «Педагогическая мастерская», педагог должен создать лабораторию, где каждый слушатель получает задания, стимулирующие познавательный поиск. Учитель направляет деятельность обучающихся, и он чувствует себя не «над», а рядом со слушателями. Для успешной реализации целей занятий каждый педагог выбирает методы, которые используются на определённом этапе педагогической мастерской (рис. 2).

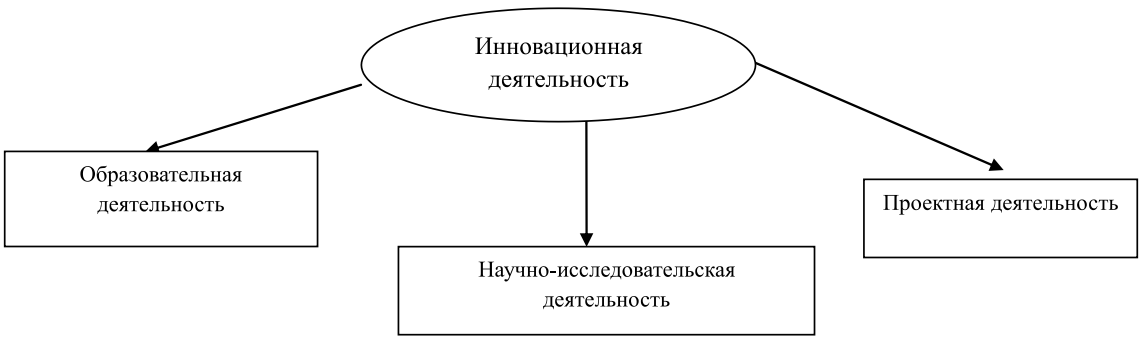


Рис. 1. Направление инновационной деятельности

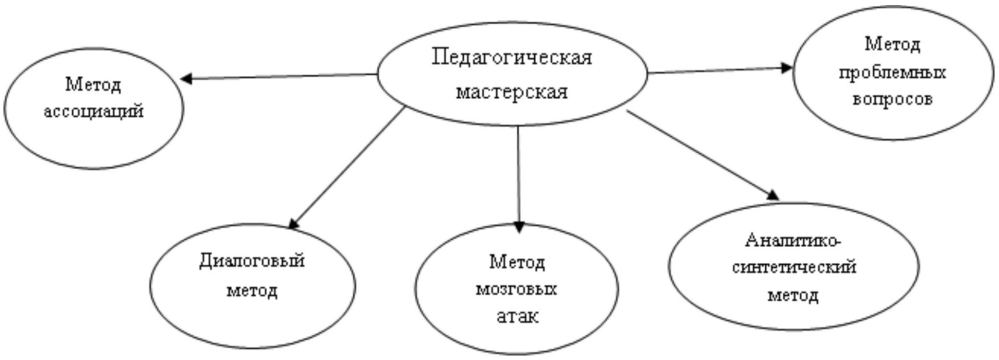


Рис. 2. Методологические основы педагогической мастерской

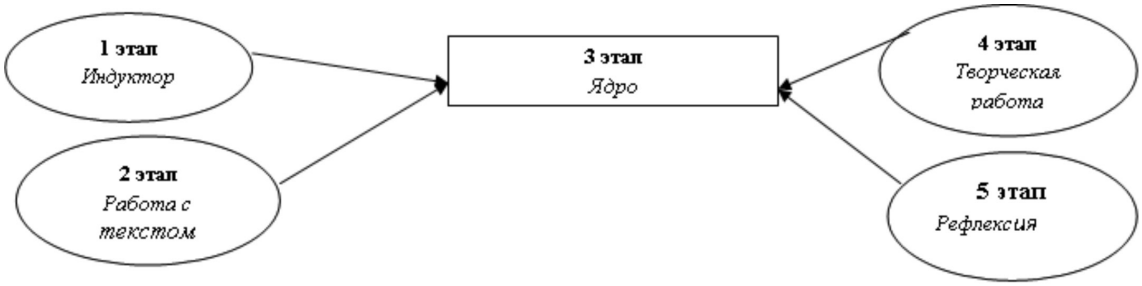


Рис. 3. Структура занятия с использованием технологии педагогической мастерской

Важное условие для успешной реализации приемов образовательного процесса посредством применения технологии педагогических мастерских, необходимо проводить занятия в соответствии с алгоритмом, который на сегодняшний день является основополагающим (рис. 3).

Каждый этап отвечает определенным требованиям и имеет строгую последовательность. Основной их принцип – совместный поиск знаний, «самостроительство». Рассмотрим задания, которые были использованы на занятиях с применением технологии педагогической мастерской. Так, на этапе «Индуктор» преподаватель выявляет первичные знания обучающихся. Для этого можно использовать логические схемы, таблицы. Примером может служить данная схема (рис. 4), которую целесообразно использовать при распределении документов по функциональному значению.

Руководствуясь алгоритмом, слушатели активизируют собственные знания по теме. На данном этапе слушатели совместно с педагогом анализируют содержание, композицию, языковое оформление официально-деловых документов и делают выводы.

Второй этап занятия посвящен работе с материалом. Обучающиеся вначале исследуют проблему. При изучении темы «Служебные документы: типология, содержание, композиция, языковое оформление» вначале обучающиеся формулируют проблему занятия: «В чем состоит противоречивость в оформлении официально-деловых документов?» Исследуя проблему, слушатели создают основу для дальнейшего усвоения знаний. На этом этапе от обучающихся требуется интеллектуальная отдача и важен эмоциональный настрой.

Следующий структурный элемент занятия называется «Творческая работа». Основная цель – эмоционально разрядить обучающихся. Самое важное, чтобы педагог мог создать атмосферу открытости и сотворчества в общении. На этом этапе можно провести деловую игру «Копирайт», где слушатели должны создать документ в соответствии с требованием к официально-деловым документам, выстраивая ассоциативные ряды в соответствии с законодательной базой РФ. Остановимся на содержании таких заданий. Слушателям предложено написать рапорт об обнаружении признаков преступления и административного правонарушения. После чего каждый слушатель должен проанализировать и отредактировать работу своего товарища.

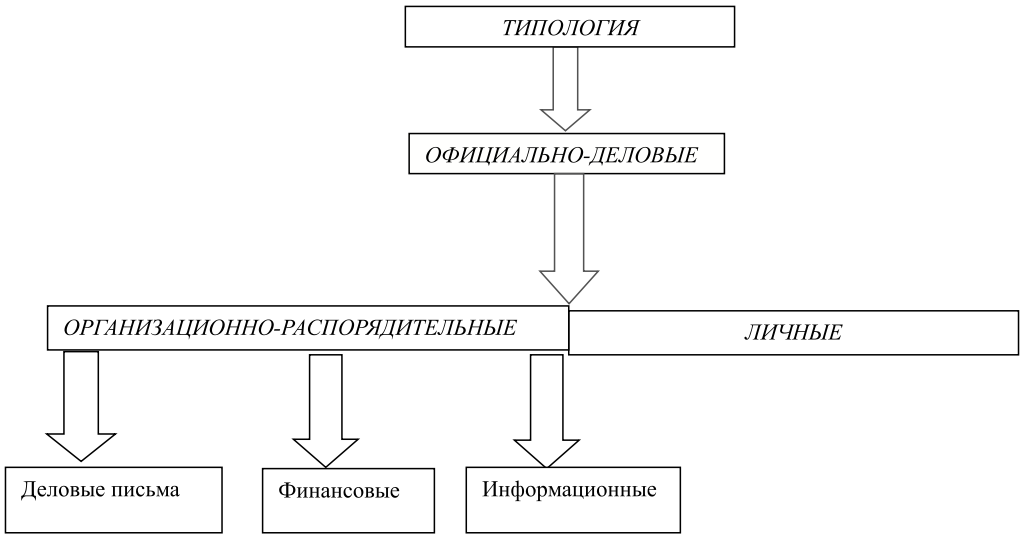


Рис. 4. Классификация официально-деловых документов

Например, рапорт об административных правонарушениях, который требует доработки: «...В ходе проверки было установлено, что гражданин Петров Р.В. находился в магазине «Царевич», расположенный по адресу: Астрахань, Советский район, улица Б. Полевого, не имел при себе СИДЗОД, чем нарушил требования Правительства Астраханской области № 496 Н от 30.01.2020 г.

Докладываю на ваше усмотрение».

Слушатели указывают, что данная работа содержит лексическую неточность, так как слова «докладываю на ваше усмотрение» не сочетаются. «Мастер» на этом этапе работает вместе со всеми, он равен обучающемуся в поиске знания. Педагог указывает, что в официально-деловых документах часто встречается вынужденная тавтология. Такой совместный вид работы помогает обучающимся отработать навыки составления официально-деловых документов, исключив все речевые недочеты.

Следующий этап занятия направлен на раскрытие творческого потенциала каждого слушателя. Материал подается дозированно. В конце этого этапа слушателям предлагаются различные способы анализа полученных результатов. Для выполнения данного задания обучающимся предложено составить в диалоговой форме протокол допроса в соответствии со ст.189 и 190 (191) УПК РФ. Такой вид работы помогает слушателям совершенствовать орфографические навыки и знания законодательной базы РФ. Далее слушатели работают в группах: анализируют, корректируют и дают рекомендации для выполнения следующего этапа. Слушатели делятся собственным опытом. После чего педагог организует обсуждение полученных результатов, дает оценку и рекомендации.

Заключение

Таким образом, повышение качества образования слушателей на занятиях по русскому языку и культуре речи зависит от применяемой технологии. Включение в образовательный процесс инновационных методов и приемов позволяет повысить эффективность учебного процесса.

Применение технологии педагогических мастерских в процессе освоения дисциплины «Русский язык и культура речи» позволило оптимизировать деятельность преподавателя, повысить качество и эффективность обучения, мотивацию слушателей, способствовало формированию межкультурной коммуникативной компетенции.

В ходе внедрения данной технологии на занятиях по русскому языку и культуре речи были реализованы основные принципы педагогики:

– креативность, развитие творческих способностей сотрудников органов внутренних дел во всех видах речевой деятельности в заданных прагматических коммуникативных ситуациях, возникающих при выполнении служебных обязанностей;

– дифференциация, учебный материал дается в соответствии с профессиональной направленностью.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о глубине вышеуказанной

проблемы, а также о том, что обучение русскому языку и культуре речи в данном контексте является средством формирования мировоззрения личности сотрудников ОВД.

Список литературы

1. Сударчикова Л.Г. Введение в основы педагогического мастерства: учебное пособие. М.: Флинта, 2019. 377 с.

2. Публичко В.А. Методы активизации познавательной деятельности и развития творческого мышления учащихся на уроках литературы // Сайт для учителей и воспитателей «Продленка». 2013. [Электронный ресурс]. URL: https://www.prodlenka.org/ (дата обращения: 05.07.2021).

3. Фиалковская В.П. Технология педагогических мастерских на уроках русского языка и литературы как совместный процесс творчества учителя и ученика // Образовательная социальная сеть nsportal.ru. 27.02.2015. [Электронный ресурс]. URL: https://nsportal.ru/ (дата обращения: 05.07.2021).

4. Боткин Дж.У. Инновационное обучение, микроэлектроника и интуиция // Высшее образование 2010. № 11. С. 22–26.

5. Белозерцев Е.П. Судьба российского образования сквозь призму социальной политики государства образования // Психолого-педагогический поиск. 2011. № 17. С. 18–19.

6. Социальная педагогика: учебник для вузов / В.И. Загвязинский [и др.]; под ред. В.И. Загвязинского, О.А. Селивановой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство «Юрайт», 2021. 448 с.

7. Адамский А.И. Модель сетевого взаимодействия // Человек и образование. 2015. № 1 (42). С. 115–118.

8. Шаталов В.Ф. Точка опоры. М.: Педагогика, 2017. 350 с.

9. Белова Н.И. Педагогическая мастерская как средство развития личности участников образовательной деятельности: дис. … канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2000. 216 с.

10. Тубельский А.Н. Технология авторской школы самоопределения (А.Н. Тубельский) // Студенческий поиск. 2015. № 3. С. 149–151.

11. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981. 186 с.

12. Беспалько В.П. Качество обучения и качество образования // Народное образование. 2017. № 3–4. С. 105.

13. Селезнева Н.А. Проблема реализации компетентностного подхода к результатам образования // Высшее образование в России. 2019. № 8. С. 3.

УДК 796.332

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЮНЫХ ФУТБОЛИСТОВ ПЕРЕДАЧАМ МЯЧА ЧЕРЕЗ ФОРМИРОВАНИЕ ИХ ОБОБЩЕННОЙ ОРИЕНТИРОВОЧНОЙ ОСНОВЫ

[1]Драндров Г.Л., [2]Плешаков А.А., [3]Коновалов И.Е.

[1]Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, Чебоксары, e-mail: gerold49@mail.ru;

[2]Московский политехнический университет, Москва, e-mail: a.a.pleshakov@mospolytech.ru;

[3]Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, e-mail: igko2006@mail.ru

Целью нашей работы является создание эффективной методики обучения юных футболистов передачам мяча через формирование их обобщенной ориентировочной основы. В статье раскрывается содержание разработанной нами методики, состоящей из трех последовательных этапов. Задачами *первого* этапа являются: 1) обучение футболистов основам техники футбола; 2) формирование зрительного и логического компонентов обобщенной ориентировочной основы передач мяча. Для решения первой задачи применяются традиционные средства и методы технической подготовки юных футболистов. Решение второй задачи осуществляется в процессе теоретических занятий и самостоятельной работы с применением видеоматериалов, в которых наглядно представлены конкретные образцы игровых ситуаций, примеры реализации общих требований к различным видам передачи мяча в типовых игровых ситуациях. Выполнение теоретических заданий осуществляется с использованием традиционных методов организации учебно-познавательной деятельности. Задачей *второго этапа* является обучение тактическим умениям осуществлять выбор и применение определенных видов передач мяча, адекватных игровой ситуации. Для решения этой задачи применяются упражнения: во взаимодействии с применением разучиваемых видов передач; с выбором и осуществлением определенного вида передачи в условиях, моделируемых защитниками; игровые упражнения. На третьем этапе решается задача обучения тактическим умениям выполнять передачи в рамках различных вариантов тактических комбинаций «стенка», обеспечивающих создание численного преимущества. На данном этапе применяются упражнения: во взаимодействии в параллельном и встречном перемещении; с условным противодействием двух защитников; с участием двух защитников, моделирующих две (четыре) альтернативные игровые ситуации; игровые упражнения. Выполнение упражнений на втором и третьем этапах осуществляется в рамках метода целостного практического упражнения и игрового метода.

Ключевые слова: юные футболисты, игровая ситуация 2х2, передача мяча, тактические комбинации, обобщенная ориентировочная основа, средства и методы обучения

METHODS OF TEACHING YOUNG FOOTBALL PLAYERS TO PASS THE BALL THROUGH THE FORMATION OF THEIR GENERALIZED INDICATIVE BASIS

[1]Drandrov G.L., [2]Pleshakov A.A., [3]Konovalov I.E.

[1]I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, e-mail: gerold49@mail.ru;

[2]Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: a.a.pleshakov@mospolytech.ru;

[3]Volga Region State University of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, e-mail: igko2006@mail.ru

The purpose of our work is to create an effective method of teaching young football players to pass the ball through the formation of their generalized indicative basis. The article reveals the content of the methodology developed by us, consisting of three consecutive stages. The objectives of the first stage are: 1) training players in the basics of football technique; 2) formation of visual and logical components of the generalized indicative basis of ball transfers. To solve the first problem, traditional means and methods of technical training of young football players are used. The solution of the second problem is carried out in the process of theoretical classes and independent work with the use of video materials, which clearly present specific samples of game situations, examples of the implementation of general requirements for various types of ball transfer in typical game situations. Implementation of theoretical tasks is carried out using traditional methods of organization of educational and cognitive activities. The task of the second stage is to teach tactical skills to select and apply certain types of ball passes adequate to the game situation. To solve this problem, exercises are used: in interaction with the use of learnable types of transmissions; with the selection and implementation of a certain type of transfer in conditions simulated by defenders; game exercises. At the third stage, the task of teaching tactical skills to perform transfers within the framework of various variants of tactical combinations «wall» is solved, ensuring the creation of a numerical advantage. At this stage, exercises are used: in interaction in parallel and oncoming movement; with conditional opposition of two defenders; with the participation of two defenders, simulating two (four) alternative game situations; game exercises. Performance of exercises in the second and third stages is carried out within the framework of the method of holistic practical exercise and game method.

Keywords: young football players, 2x2 game situation, ball transfer, tactical combinations, generalized indicative basis, means and methods of training

Вариативность и чрезвычайная динамичность игровых ситуаций в современном футболе в сочетании с недостаточностью информации для принятия правильных игровых решений, пространственно-временные ограничения условий соревнова-

тельной деятельности затрудняют точность и быстроту распознавания воспринимаемых игровых действий, согласование индивидуальных действий в процессе решения групповых игровых задач [1]. Эффективность регуляции игровой деятельности на вербально-логическом уровне зависит от полноты и точности ее ориентировочной основы [2, 3]. Поэтому одним из перспективных направлений повышения эффективности процесса обучения групповым действиям является смещение акцентов с отработки исполнительной части на формирование их ориентировочной основы [4–6].

Таким образом, можно с полным основанием говорить о существовании противоречия между возможностью повышения качества обучения передачам мяча через формирование их обобщенной ориентировочной основы, с одной стороны, и отсутствием научно-разработанной методики решения этой педагогически значимой задачи у юных футболистов, с другой.

Поэтому цель нашей работы заключалась в разработке средств, методических приемов и методов формирования обобщенной ориентировочной основы передач мяча и обучения умениям выбирать и применять определенные виды передач мяча, опираясь на знания их обобщенной ориентировочной основы.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования мы опирались на методологию системного подхода к программированию и организации спортивной подготовки, знания теории поэтапного формирования умственных действий и понятий, теории содержательного обобщения в обучении, теоретические и методические основы обучения технико-тактическим действиям в спортивных играх. Основными методами исследования выступали реферативный обзор литературных источников по исследуемой проблеме, изучение существующей практики обучения юных футболистов групповым игровым действиям, а также собственный многолетний опыт тренерской работы в области футбола.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная нами методика обучения юных футболистов передаче мяча предполагает направленное формирование тренером ее обобщенной ориентировочной основы, которая включает в свое содержание в качестве базовых элементов знания и представления о: цели, задачах и содержании передач мяча; общих правилах выполнения передач; существенных признаках игровой ситуации; видах игровых ситуаций и видах передач.

Цель передачи заключается в количественном и качественном преобразовании игровой ситуации, обеспечивающем эффективность соревновательной деятельности группы взаимодействующих игроков. Она конкретизируется в определяемых в зависимости от игровой ситуации задачах передачи: 1) контроль мяча; 2) перемещение мяча из одной линии в другую вглубь обороны соперника; 3) создание численного преимущества; 4) реализация численного преимущества; 5) изменение направления атаки. Передача содержит два индивидуальных игровых действия: перемещение игрока без мяча; перемещение мяча партнеру. Общими требованиями к эффективному выполнению передачи являются: правило широкой точки, пас открытому игроку, скорость, своевременность, ситуативное лидерство, скрытность.

В качестве существенных признаков игровой ситуации 2х2 выступают расположение защитников в треугольниках, вершинами которых выступают позиции атакующих игроков и свободные зоны, обусловливающие выбор задачи ее преобразования (создание численного преимущества, его реализация, изменение направления атаки, перемещение мяча ближе к воротам соперника, контроль мяча) и вида передачи для ее решения (вперед, вразрез, вертикальной, диагональной, в ноги, с переводом). Выделение в конкретной игровой ситуации обобщенного образа треугольника, отражающего существенные связи между ее элементами, позволяет обоим игрокам распознать ее, определить задачу ее преобразования, выбрать вид передачи для ее решения и выполнить ее через согласование индивидуальных игровых действий. Данная ориентировочная основа регулирует деятельность двух игроков и при осуществлении тактических комбинаций «стенка».

В разработанной нами методике выделяются с учетом решаемых задач три этапа обучения групповым игровым действиям. Каждый этап охарактеризован в отношении качественного своеобразия методов, методических приемов и средств организации учебно-тренировочной деятельности и видов организации тренировочных занятий.

На **первом этапе** обучения передаче мяча параллельно решаются две задачи:

1) обучение способам выполнения приема катящегося мяча, ведения мяча и ударов по мячу внутренней стороной стопы и внешней частью подъема на уровне двигательного навыка;

2) формирование зрительного и логического компонентов ориентировочной основы передачи мяча.

Решение первой задачи осуществляется на основе реализации предлагаемых в учебно-методической литературе средств, методов и методических приемов организации обучения футболистов основам техники футбола.

Решение второй задачи осуществляется в процессе теоретических занятий и самостоятельной работы с применением видеоматериалов, в которых наглядно представлены конкретные образцы игровых ситуаций, примеры реализации общих требований к различным видам передачи мяча в типовых игровых ситуациях.

На теоретических занятиях в качестве средств организации учебно-познавательной деятельности применяются следующие виды учебных заданий по усвоению, письменному и графическому воспроизведению, обоснованию выбора, видеоанализу, количественному анализу различных видов передач:

1) усвоить и воспроизвести знания о цели и задачах передачи, существенных признаках передачи, требованиях к их выполнению, типовых игровых ситуациях и видах передачи;

2) воспроизвести графически типовые игровые ситуации с выделением признаков, определяющих их качественное своеобразие;

3) обосновать выбор вида передачи для решения задачи преобразования типовой игровой ситуации;

4) выделить в просматриваемом видеоэпизоде игры передачи на ход и передачи в ноги;

5) выделить в просматриваемом видеоэпизоде игры передачи, решающие задачи: контроля мяча, перемещения мяча вперед, создания численного преимущества, реализации численного преимущества; перевода мяча;

6) просмотреть видеоэпизоды игры и объяснить, какие ошибки в выполнении передачи привели к потере мяча в демонстрируемых игровых ситуациях;

7) выбрать один из двух демонстрируемых вариантов передачи, который является тактически оправданным в предъявляемой игровой ситуации.

Выполнение этих заданий осуществляется на основе применения объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения, метода проблемного изложения и поисково-исследовательского метода.

Применяются домашние учебные задания для самостоятельной работы:

1) выделить и подсчитать количество передач: в ноги; на ход (в том числе вразрез; диагональных, вертикальных, с переводом), передач вперед;

2) выделить и подсчитать количество передач с учетом решаемых задач:

3) графически изобразить типовые игровые ситуации и индивидуальные игровые действия игроков в тех случаях, когда в игровой ситуации «2 х 2» решаются задачи контроля мяча, перемещения мяча вперед, создания и реализации численного преимущества, перевода мяча.

На **втором этапе** решается задача формирования тактических умений эффективно применять различные виды передач: в ноги, вперед, вразрез, вертикальные, диагональные и с переводом. Выполнение передач мяча сопровождается регулированием индивидуальных игровых действий (открывания и перемещения мяча) через использование громкой, а затем внутренней речи, а также зрительных ориентиров, размещаемых на игровой площадке.

Для обучения тактическим умениям осуществлять *контроль мяча* с помощью передач применяются:

1) упражнения во взаимодействии с применением передачи мяча в ноги;

2) игровые упражнения с заданием удерживать мяч, используя передачи мяча: «Треугольник 3 х 1». «Квадрат 3 х 1». «Квадрат 4 х 2». «Квадрат 5 х 2». «Квадрат 5 х 2» со сменой мест. «Квадрат (2 + 2) х 2». «Квадрат 3 х 3» с двумя нейтральными. Квадрат «4 х 4» с одним нейтральным. Выполнение вышеприведенных упражнений осуществляется в рамках игрового метода.

Для обучения *передаче мяча вперед* применяются: 1) упражнения во взаимодействии при исходном расположении атакующих игроков по диагонали и зонным прессингом; 2) игровые упражнения 2 х 2 на площадке размерами 10 х 20 м с тремя зонами с задачей передачи мяча из зоны в зону.

Для обучения передачам мяча на ход в свободные зоны с задачей *создания численного преимущества* применяются:

1) упражнения во взаимодействии двух игроков при осуществлении определенного вида передачи;

2) упражнения 2 х 2 с осуществлением определенного вида передачи в условиях, моделируемых защитниками;

3) упражнения 2 х 2 в моделируемых защитниками условиях, требующих выбора и применения одной из двух передач;

4) упражнения 2 х 2 в моделируемых защитниками условиях, требующих выбора и применения одной из трех передач;

5) игровые упражнения: «Атака 2 х 2». «Атака 2 х 2 со сменой ролей». «Атака 2 х 2 с одним нейтральным».

Для обучения *реализации численного преимущества* с использованием передач на ход применяются игровые упражнения: «Атака 2 х 1 с взятием линии», «Атака 2 х 1 с ударом по воротам», «Атака 3 х 2» с взятием линии или с взятием ворот.

Третий этап направлен на обучение тактическим комбинациям с участием двух игроков с задачей создания численного преимущества.

Для решения задачи *формирования зрительного и логического компонентов ориентировочной основы* этих комбинаций занимающиеся в процессе теоретических занятий выполняют различные виды теоретических заданий:

1) осознать, запомнить и воспроизвести существенные признаки игровых ситуаций, которые обусловливают выбор определенной тактической комбинации;

2) просмотреть видеофрагмент соревновательно-игровой деятельности, определить вид реализованной тактической комбинации;

3) выделить и назвать существенные признаки игровой ситуации в момент второй передачи, обусловливающие возможность создания численного преимущества при ее применении;

4) просмотреть слайд с изображением игровой ситуации в момент второй передачи и определить вид тактической комбинации, который следует использовать;

5) смоделировать на макете перемещения и действия с мячом с проговариванием их содержания в форме громкой, а затем и внутренней речи;

6) просмотреть видеоэпизоды и объяснить, какие правила соблюдаются при действиях в демонстрируемых тактических комбинациях;

7) графически изобразить игровые ситуации и групповые игровые действия при реализации различных вариантов тактических комбинаций, нацеленных на создание численного преимущества.

Для формирования тактических умений выполнять передачи в рамках *тактических комбинаций* с участием двух игроков с задачей создания численного преимущества применяются упражнения:

1) упражнения во взаимодействии двух игроков в параллельном и встречном перемещении без участия защитников при осуществлении тактической комбинации: стенка с передачей вразрез; стенка с диагональной передачей; стенка с переводом мяча; стенка с вертикальной передачей;

2) то же, что и предыдущее упражнение, но с моделированием определенной игровой ситуации с участием двух защитников;

3) то же, что и предыдущее упражнение, но с участием двух защитников, моделирующих одну из двух (четырех) альтернативных игровых ситуаций, требующих их распознавания, выбора и реализации адекватной тактической комбинации: игровые упражнения;

4) игровые упражнения 2 х 2 с взятием линии с участием трех пар игроков;

5) игровые упражнения 2 х 2 с взятием ворот с участием трех пар игроков.

Заключение

Методика обучения передачам мяча через формирование их обобщенной ориентировочной основы включает в себя три этапа.

На *первом этапе* решаются две задачи. Задача обучения технике приема, ведения мяча и ударов по мячу решается на основе применения предлагаемых в учебной литературе средств, методов и методических приемов организации обучения футболистов основам техники футбола. Решение второй задачи формирования зрительного и логического компонентов обобщенной ориентировочной основы передач мяча осуществляется в процессе теоретических занятий и самостоятельной работы с применением видеоматериалов, в которых наглядно представлены конкретные образцы игровых ситуаций, примеры реализации общих требований к различным видам передачи мяча в типовых игровых ситуациях. Выполнение теоретических заданий осуществляется с использованием традиционных методов организации учебно-познавательной деятельности.

Задачей *второго этапа* является обучение умениям применять передачи с учетом сформированной обобщенной ориентировочной основы. Для решения этой задачи применяются упражнения: во взаимодействии с применением разучиваемых видов передач; с выбором и осуществлением определенного вида передачи в условиях, моделируемых защитниками; игровые упражнения.

Третий этап направлен на обучение умениям выполнять передачи в рамках тактических комбинаций с участием двух игроков с задачей создания численного преимущества. Для решения этой задачи применяются упражнения: во взаимодействии в параллельном и встречном перемещении; с условным противодействием двух защитников; с участием двух защитников, моделирующих две (четыре) альтернативные

игровые ситуации; игровые упражнения. Выполнение упражнений на втором и третьем этапах осуществляется в рамках метода целостного практического упражнения и игрового метода.

Список литературы

1. Драндров Г.Л., Плешаков А.А. Ориентировочная основа передачи мяча как группового игрового действия // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=27768 (дата обращения: 01.08.2018).

2. Дмитриев С.В., Михайлов Ю.А. Теория спортивной техники и «семантика движений» – в поисках взаимодействия // Физическое воспитание студентов. 2010. № 4. С. 15–25.

3. Драндров Г.Л., Плешаков А.А. Характеристика групповых игровых действий как элементов игровой деятельности команды в футболе // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=27525.

4. Зыков А.В., Козин В.В. Образ игровой ситуации в вариативности технико-тактической деятельности хоккеистов // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Кемерово, 2–3 апреля 2014 г.). Омск: Изд-во СибГУФК, 2014. С. 71–75.

5. Козин В.В., Зыков А.В. Спортивная двигательная ситуация как деятельно-ориентированная модель игры // Омский научный вестник. 2015. № 3 (139). С. 158–160.

6. Макаров Ю.М. Игровая деятельность в спортивных играх. Познание, системность, развитие: монография. СПб.: Изд-во «Лема», 2013. 237 с.

УДК 378.1

ФОРМИРОВАНИЕ КОУЧ-ПОЗИЦИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОУЧЕЙ

Зотов А.В.

Институт консалтинга и управления, Ульяновск, e-mail: av-zotov@mail.ru

В статье рассмотрен один из значимых вопросов организации образовательного процесса по программе подготовки профессиональных коучей – условия формирования ключевой компетенции «коуч-позиция». В статье представлены результаты исследования на базе АНО ДПО «Институт консалтинга и управления», на основании которых сделан вывод о том, что сформированность коуч-позиции является важным показателем возможности успешной деятельности профессионального коуча и предполагает актуальный навык и способность оставаться нейтральным к субъективности и интерсубъективности клиента. Выявлены основные ограничения и проблемы, связанные с формированием данной компетенции, исследованы предпосылки возникающих ограничений. Для содействия решению задачи формирования компетенции «коуч-позиция» предлагается применять «теневую коуч-сессию» – разработанный автором образовательный метод, реализуемый на этапе закрепления и совершенствования знаний в форме учебно-тренировочной супервизии. Суть предлагаемого метода заключается в упразднении в динамике классической учебной коуч-сессии бытового и информационного наполнения событий и сокрытие от коуча всех информационных вбросов клиента в явной форме, что позволяет более продуктивно обеспечить переход обучающегося к конструктивным профессиональным установкам, сохранять нейтральность и способность проводить максимально результативные сессии.

Ключевые слова: профессиональный коучинг, коуч-позиция, нейтральность, образовательный процесс, супервизия, «теневая коуч-сессия»

FORMATION OF A COACHING POSITION AS A KEY COMPETENCE WITHIN THE FRAMEWORK OF THE PROFESSIONAL COACHING TRAINING PROGRAM

Zotov A.V.

Institute of consulting and management, Ulyanovsk, e-mail: av-zotov@mail.ru

The article considers one of the most important issues of the organization of the educational process according to the training program for professional coaches – the conditions for the formation of the key competence «coach position». The article presents the results of a study based on the ANO DPO «Institute of Consulting and Management», on the basis of which it is concluded that the formation of a coaching position is an important indicator of the possibility of successful activity of a professional coach and assumes an actual skill and the ability to remain neutral to the subjectivity and intersubjectivity of the client. The main limitations and problems associated with the formation of this competence are identified, the prerequisites for the emerging limitations are investigated. To facilitate the solution of the task of forming the «coach position» competence, it is proposed to use the « shadow coaching session – – an educational method developed by the author, implemented at the stage of consolidating and improving knowledge in the form of educational and training supervision. The essence of the proposed method is to eliminate the everyday and informational content of events in the dynamics of the classical training coaching session and hide all the client's information stuffing from the coach in an explicit form, which allows the student to more productively ensure the transition to constructive professional attitudes, maintain neutrality and the ability to conduct the most effective sessions.

Keywords: professional coaching, coaching position, neutrality, educational process, supervision, «shadow coaching session»

Коучинг – это относительно новое направление в профессиональной деятельности в современном мире, которое, несмотря на свою более чем пятидесятилетнюю историю, получило свое активное развитие именно в последние годы.

Профессиональный коучинг, наряду с обособленной и оригинальной базовой теорией, объединяет собой множество дополнительных начал, направлений и профессиональных компетенций из смежных областей знаний, расширяя и закрепляя таким образом всё, что может оказаться эффективным для формирования у личности своей профессиональной аутентичности.

Любая профессия как вид трудовой деятельности наряду с теоретическими знаниями требует от специалиста определённых практических умений и навыков, приобретаемых и закрепляемых в процессе специально организованных образовательных мероприятий, повышающих профессиональную вовлечённость обучающихся в освоение способов максимально эффективной реализации профессиональных задач. И, несмотря на отношение к коучингу как к метапрофессии, подготовка профессионального коуча подразумевает такое же детализированное методико-систематическое изложение материала и ак-

центное постулирование, как в любой корневой профессии.

Соответственно, образовательный процесс, посвященный обучению профессиональному коучингу, состоит из четырёх основных классических этапов:

1 – организация восприятия учебного материала, подлежащего усвоению;

2 – обеспечение осмысления учебного материала и формирование базовых понятий;

3 – закрепление и совершенствование знаний посредством развития умений и навыков;

4 – апробация на практике полученных знаний и навыков.

Следует подчеркнуть, что в обучении профессиональному коучингу, особое место, ключевое внимание и бóльшее количество времени занимает именно третий этап, без которого становится невозможной сертификация и практическая деятельность коуча.

Этап формирования навыка в профессиональном коучинге реализуется с помощью активного наставничества (мéнторинга). Это базовое, основополагающее звено в цепочке формирования практического опыта для достижения уровня практикующего профессионала. Именно на этом этапе проявляется и становится очевидным уровень предрасположенности слушателя учебной группы соответствующей программы подготовки к усвоению и формированию навыков профессиональной коучинговой деятельности. Предрасположенность предполагает потенциал человека, его склонность, расположенность к предмету изучения и освоения, наличие условий для развития опыта профессионального коуча.

Актуальность изучения условий эффективности процесса формирования компетентности профессионального коуча указывает на объективную потребность в разработке соответствующего направления прикладных междисциплинарных исследований на основе реализации компетентностного подхода и в расширении уже имеющегося и применяемого методического инструментария [1–3].

Цель эмпирического исследования заключалась в проверке эффективности предлагаемого образовательного метода – учебно-тренировочной «теневой коуч-сессии» при формировании коуч-позиции как ключевой компетенции у профессиональных коучей. Проведение эксперимента предусматривало решение следующих основных задач: 1) определить степени выраженности предрасположенности обучающегося к данному виду профессиональной деятельности; 2) посредством использования метода «теневая коуч-сессия» обеспечить продуктивное продвижение обучающихся в освоении компетенции «коуч-позиция»; 3) оценить эффективность предлагаемого образовательного метода в контексте его применения и получения качественного влияния на итоговую результативность выпускника образовательного учреждения, реализующего программы профессионального коучинга.

Материалы и методы исследования

Результаты проведённых нами исследований показывают, что из каждой сотни респондентов экспериментальных групп – заявителей на обучение коучингу только 7% имеют ярко выраженную предрасположенность к этому виду профессиональной деятельности, 12% имеют среднюю предрасположенность, 17% имеют показатель ниже среднего. Остальные 64% имеют низкий и крайне низкий показатели. Из вышесказанного следует, что только 36% заявителей на курсы подготовки профессиональных коучей изначально имеют достаточно высокий шанс полноценно освоить и применить на практике профессиональный коучинг в целом и качественно сформировать у себя такую значимую для данной деятельности компетенцию, как «коуч-позиция», в частности.

Коуч-позиция как один из важных показателей возможности успешной деятельности профессионального коуча предполагает актуальный навык и способность оставаться нейтральным к субъективности и интерсубъективности клиента. Иными словами, особое значение приобретает способность и умение коуча блокировать свою тенденцию интрапсихического переноса и оставаться в так называемом безоценочном формате, исключающем своё влияние на клиента своим жизненным, профессиональным и бытовым опытом.

Профессиональному коучу важно научиться создавать и сохранять экспертность применительно к исключительно технологическим аспектам коучинга. Совершенно недопустимо осуществлять экспертность применительно к жизненному опыту своего клиента, куда часто приводит начинающего коуча отсутствие профессионализма и плохо сформированная компетентность «коуч-позиции», что проявляется в желании поделиться бытовой информацией, личным опытом, дать совет, проконсультировать. Таким образом происходит навязывание клиенту своего видения решения вопроса в контексте трёх обособленных тенденций: явной, скрытной и бессознательной [4,

с. 116], вследствие чего у коуча утрачивается состояние «коуч-позиции» и нарушается ключевой постулат профессионального коучинга: «коучинг – это пространство, свободное от советов».

Сказанное следует рассматривать в качестве фундаментальной установки при организации образовательного процесса в рамках программы подготовки профессиональных коучей, поскольку если коуч не овладевает подобной компетенцией, то в результате его работы происходит игнорирование и дезинтеграция клиентом системы своих ценностей – интериоризированных и принятых человеком внутренних критериев должного [5, с. 3]. Как следствие, у клиента спонтанно актуализируются защитные психологические механизмы, проявляющиеся в инфантилизме, подражании, угодничестве, слепом следовании за коучем, формализме, перекладывании ответственности за своё решение на коуча, и в результате – общая низкая эффективность коуч-сессии, как в краткосрочной, среднесрочной, так и в долгосрочной перспективе. А значит, исключается достижение важнейшего качественного ключевого этапа во время встречи, определённого базовым постулированием коучинга – открытие и сохранение процесса продуцирования ресурсов клиента.

По мнению ряда авторов, профессиональный коучинг по характеру видов и форм взаимодействия соотносится с методами психотерапевтических практик, где также с момента первой встречи с клиентом решаются задачи стартовой диагностики ресурсного потенциала клиента до итогового момента индуцирования ресурсных расстановок (инсталляций) [6, с. 11]. Таким образом, этап формирования навыка «коуч-позиции» занимает ключевое место в образовательном процессе становления профессионального коуча, и требует активной интеркоммуникационной практики.

Для содействия решению задачи формирования компетенции «коуч-позиция» предлагается применять «теневую коуч-сессию» – разработанный нами образовательный метод, реализуемый именно на третьем этапе обучения как этапе закрепления и совершенствования знаний в форме учебно-тренировочной супервизии. Отличительная особенность предлагаемого метода заключается в упразднении в динамике классической учебной коуч-сессии (учебной супервизии) бытового и информационного наполнения событий и сокрытие от коуча всех информационных вбросов клиента в явной форме, начиная от его первичной директивы, заканчивая последующей информацией, сопровождающей весь дальнейший процесс сессии.

Структура учебно-тренировочной «теневой коуч-сессии» реализуется в классическом формате учебной супервизии, а именно: образовательное взаимодействие осуществляется в так называемой «тройке», где один из слушателей выступает в роли клиента, другой – в роли коуча. Третий участник – это опытный наставник (ментор), который является наблюдателем и куратором, и его задача заключается в том, чтобы в реальном масштабе времени по мере необходимости коррелировать общий процесс, нивелировать промежуточные результаты тренировочной сессии, запрашивать и давать обратную связь по возникающим на сессии ключевым вопросам.

Перед началом учебно-тренировочной сессии слушатель, определённый ментором в роли клиента, подготавливает реальный, «живой» запрос, требующий своего решения, записывает его, но не показывает и не озвучивает его ни коучу, ни ментору. При этом, обращаясь к коучу, клиент сопровождает свой первичный запрос директивой общего формата: «У меня есть проблема, я хочу её решить». Подобным действием утаивается и умалчивается событийное, бытовое и информационное наполнение самой директивы. Таким образом, клиент намеренно закрывает доступ к предметной части своего запроса, обезличивая всё, о чём он хочет рассказать. Клиент в обращении к коучу лишается возможности называть конкретные персоны, предметы, цифры, реальные события и т.п. Но при этом за клиентом сохраняется возможность эмоционально-аффективно выражать, проявлять и озвучивать своё отношение к предметам изложения, не называя их самих. То есть клиенту разрешается проявлять свои эмоции, чувства, переживания, ощущения. В свою очередь коуч лишается возможности задавать вопросы, уточнять и запрашивать всё, что может предполагать хоть какую-то коммуникационную интервенцию в адрес клиента на предмет получения объектно-субъектной информации и определения её предметно-бытового уровня.

Супервизия начинается с инициирования наставником процесса сессии, где коуч штатно открывает диалог, после чего клиент озвучивает свой первичный запрос, и далее по факту проводится полноценная классическая коуч-сессия, где образовательное взаимодействие коуча и клиента проходит в условиях обособленной эмоционально-когнитивной тренировки, на которой отрабатываются этапы всевозможного обсуждения проблемы.

После выхода на определённый уровень осознания проблемной ситуации в процессе «теневой коуч-сессии» у слушателя, выступающего в роли коуча, как правило, начинаются сложности с применением полученной от клиента информации. Проявляются иррациональные и деструктивные тенденции, идущие вразрез с сознательными намерениями коуча. Нарастает противоречие между сознательно-волевым намерением и фрейдовским «Id» – бессознательными реакциями. Именно в этот момент учебного взаимодействия сопротивление двух данных областей «человеческого ментального» у коуча достигает своего апогея. Возникают явные сознательные, скрываемые сознательные и бессознательные проявления по отношению к использованию полученной от клиента информации в виде бесконтрольной динамики, как то: поделиться опытом, дать совет или рекомендацию, научить клиента и т.п. Так, как уже было ранее отмечено, нарушается базисная концепция профессионального коучинга, строящаяся на принципах нейтральности и категорического невмешательства.

Минимизировать или, лучше, предотвратить вышеперечисленные тенденции и сформировать номинальную нейтральность коуча, обращаясь только к личностному потенциалу эмоционально-волевой сферы слушателей, получается лишь отчасти. Это происходит по причине того, что озвученные выше тенденции опираются на индивидуальные ценностные ориентации личности – сложный социально-психологический феномен, характеризующий направленность и содержание активности личности, определяющий общий подход человека к миру, к себе, придающий смысл и направление личностным позициям, поведению, поступкам [7, с. 2]. Самоконтроль, самоуправление и самосдерживание проявлений ценностных ориентаций личности (а именно такая задача стоит перед слушателем учебных групп по направлению «Профессиональный коучинг») – задача многосложная и, может быть, даже не всегда выполнимая. В той или иной мере ценностные ориентации личности будут оказывать влияние на действия и поступки коуча. Качественно сформировать такую компетенцию, как «коуч-позиция», в условиях образовательного процесса представляется крайне сложной задачей. На формирование устойчивого номинального навыка нейтральности (коуч-позиции), помимо непосредственно периода профессионального обучения, может уйти несколько лет последующей практической деятельности.

Важно понимать, что в реализации метода «теневая коуч-сессия» непосредственно активное участие принимают как слушатель учебной группы, который выступает в роли коуча, так и слушатель, назначенный наставником исполнять роль клиента. Метод требует обоюдной интенсивной ментально-эмоциональной активности участников с инициированием и активизацией персональной креативной динамики.

Результаты исследования и их обсуждение

Задача метода «теневой коуч-сессии» – через абсолютную изоляцию понятийной категории первичного и последующих запросов, получаемых от клиента, и дальнейшего информационного ограничения на сессии добиться обхода ценностных ориентаций коуча. Следовательно, в новых условиях обучающего процесса у коуча исключается тенденция к восприятию бытовой информации и последующая оценка качества объектно-субъектных предметов среды клиента. Таким образом нейтрализуется ментально-эмоциональный вектор коуча, направленный на осознанное и оценочное восприятие информации, озвучиваемой клиентом, и блокируется спонтанное обращение к своему опыту.

Реализуемая информационная блокада в бытовом контексте и недостаток поступающей от клиента описательной информации вынуждает коуча сконцентрироваться на единственно существенном и важном, что может интересовать профессионала в области коучинга – это эмоциональная насыщенность и окраска предметов и фактов, озвученных клиентом, а также аффективное отношение клиента к тем событиям и персонам, о которых он повествует. Как следствие, у коуча полностью нейтрализуется возможность индуцирования даже элементарного бытового опыта. При этом совершенно неважно, что является предпосылками инициирования этого опыта – явная, скрытная или бессознательная тенденция, так как в созданных условиях коммуникативного взаимодействия «теневой коуч-сессии» это уже не имеет значения. При этом слушателю, выполняющему роль коуча, предоставляется уникальная возможность формирования и закрепления навыка эмпатической сонастройки и нерефлексивного слушания клиента.

Результаты проведённых исследований на базе АНО ДПО «Институт консалтинга и управления» по вопросу изучения эффективности формирования навыка нейтральности у профессиональных коучей доказывают: респонденты экспериментальных

групп, ставшие в процессе обучения участниками учебно-тренировочной «теневой коуч-сессии», продвигаясь в освоении компетенции «коуч-позиция», более чем в два раза продуктивнее переходят к конструктивным профессиональным установкам, научаются сохранять нейтральность и способны проводить максимально результативные сессии, нежели респонденты из контрольных групп, где обучение проводилось классическим способом. При этом важно отметить, что удовлетворительных результатов в экспериментальных группах достигли даже те респонденты, которые изначально были отнесены к категориям низкой и крайне низкой предрасположенности.

При этом, так как оба участника учебно-тренировочной «теневой коуч-сессии» работают в экстремальных пограничных эмоционально-ментальных состояниях (между вынужденным сдерживанием излагаемой информации и необходимостью поиска вербальных вариантов для контекстного описания и объяснения ситуаций, появляющихся в результате коммуникативного диалога), вышеописанный образовательный эффект, получаемый от применения описанного метода, дополнительно свидетельствует ещё и о наработке опыта в формировании навыка креативности как одного из значимых в части образовательной подготовки профессионального коуча.

Заключение

Предлагаемый метод проведения учебно-тренировочной «теневой коуч-сессии», будучи апробированным в проведенном нами исследовании [4], доказал свою эффективность в качестве учебной методики, являющейся частью программы подготовки профессиональных коучей по классу ICM (International Coach Master), разработанной на кафедре профессионального коучинга Института консалтинга и управления. Считаем, что данная разработка выступает в качестве важной отправной точки для начала более глубокого исследования метода «теневой коуч-сессии» в контексте его применения и получения качественного влияния на итоговую результативность выпускника образовательного учреждения, реализующего программы профессионального коучинга.

Список литературы

1. Киров С.Г. Андрагогические аспекты формирования корпоративной компетентности современного специалиста // Человек и образование. 2010. № 1 (22). С. 79.

2. Алисултанова Э.Д. Компетентностный подход в инженерном образовании: монография. М.: Изд-во «Академия естествознания», 2010. 96 с.

3. Лукьянова М.И. Формирование акмеологической позиции личности как условие профессионально-личностного становления будущего специалиста // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=15093 (дата обращения: 28.08.2021).

4. Зотов А.В. Учебник по коучингу. Базовый уровень: учебное пособие / Институт консалтинга и управления. ICM. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. 172 с.

5. Каширский Д.В. Психология личностных ценностей: автореф. дис. ... докт. психол. наук: 19.00.01. Москва, 2014. 58 с.

6. Коваленко Н. Ресурсная психотерапия (Resource psychotherapy) – грань между философией и психологией // Философия и психотерапия: сборник научных статей и рабочих материалов к докладам участников II Международной конференции / Под ред. С.М. Бабина, В.В. Андрюшина, И.Г. Глуховой. СПб.: Издательство «Анатолия», 2014. 232 с.

7. Громова Е.М., Беркутова Д.И., Горшкова Т.А. Ценности личности как основа жизненной и профессиональной стратегии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9042 (дата обращения: 04.08.2021).

УДК 796.894:796.012.46

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОЛЧКА ГИРЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

[1]Зухов А.С., [2]Стрельников С.П.

[1]ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск, e-mail: mr.zukhov86@mail.ru;

[2]Университетский колледж агробизнеса ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, e-mail: strelasp1@mail.ru

В статье показано, как изменяются показатели вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR в каждой фазе толчка гирь в зависимости от способа выполнения упражнения. На основании анализа графиков вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR были выделены 4 фазы выполнения толчка гирь: 1 – подъем гирь; 2 – фиксация гирь на выпрямленных руках над головой; 3 – опускание гирь на грудь; 4 – фиксация гирь в стартовом положении. Для каждой фазы определены показатели, характеризующие перемещение спортсмена, что позволило выявить возникающие ошибки при выполнении толчка гирь. Фаза подъема гирь включает в себя полуприсед, выполняемый в уступающем режиме работы, и выталкивание гирь, осуществляемое в преодолевающем режиме работы. Переход от уступающего режима работы к преодолевающему осуществляется, когда общий центр масс тела находится в самом нижнем положении. При выталкивании гирь максимальные показатели FGR изменяются в зависимости от способа выполнения подъема гирь. При выполнении подъема гирь силовым способом будет наблюдаться снижение максимальных значений FGR. Также снижение показателей FGR в рамках тренировочного занятия наблюдается при развитии утомления. Минимальные значения FGR могут снижаться до 0 при отрыве стоп от опоры, что приводит к чрезмерным ударным нагрузкам в момент касания стоп опоры при приземлении. В фазе фиксации гирь на выпрямленных руках над головой и фиксации гирь в стартовом положении отклонение показателей FGR от заданного уровня характеризует нарушение равновесия спортсмена. В фазе опускания гирь на грудь минимальные показатели FGR характеризуют начало амортизации, а максимальные показатели FGR свидетельствуют о величине ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Ключевые слова: гиревой спорт, тензоплатформа, сила реакции опоры, соревновательное упражнение «толчок», тензодинамограмма

ANALYSIS OF THE KETTLEBELL PUSH PERFORMING USING A TENSOMETRIC PLATFORM

[1]Zukhov A.S., [2]Strelnikov S.P.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Automobile and Highway University», Omsk, e-mail: mr.zukhov86@mail.ru;

[2]University College of Agribusiness of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin», Omsk, e-mail: strelasp1@mail.ru

The article shows how the indicators of the vertical component of the ground reaction force FGR change in each phase of the kettlebell push depending on the exercise performing method. Based on the analysis of diagrams of the vertical component of the ground reaction force FGR 4 phases of the kettlebell push performing were singled out: 1 – lifting the kettlebells; 2 – fixing the kettlebells on the straight arms above the head; 3 – lowering the kettlebells on the chest; 4 – fixing the kettlebells in the starting position. The indicators characterizing the relocation of the athlete were determined for each phase which allowed revealing the occurred mistakes while the kettlebell push performing. The kettlebells lifting phase includes a half-squat performed in an eccentric training mode and kettlebells pushing out in a concentric training mode. The transition from the eccentric training mode to the concentric one is carried out when the general center of mass of the body is in the lowest position. When pushing out the kettlebells the maximal FGR values change depending on the kettlebells lifting method. When lifting the kettlebells by force, a decrease in the FGR maximal values will be noticed. Also the decrease of the FGR values within the training process is noticed with the development of fatigue. The FGR minimal values may decrease to 0 when the feet are taken off the ground which leads to excessive shock loads at the moment when the feet touch the ground upon landing. In the phase of fixing the kettlebells on the straight arms above the head and fixing the kettlebells in the starting position, the deviation of the FGR indicators from the targeted level characterizes the imbalance of the athlete. In the phase of lowering the kettlebells on the chest, the FGR minimal indicators characterize the starting of amortization, and the FGR maximal indicators testify the value of the shock load on the musculoskeletal system.

Keywords: kettlebell lifting, tensometric platform, ground reaction force, competitive exercise «the push», tensodynamogram

Существующие методики тренировки гиревиков основаны на эмпирических данных, на личном опыте спортсменов и тренеров [1, с. 214]. В настоящее время такой подход при построении тренировочного процесса позволяет нашим спортсменам и тренерам добиваться высоких результатов на международной арене. В то же время появляется все больше исследований, в которых используются приборы получения объективной информации о выполнении упражнений с гирями. В данных исследованиях применяются: электромиографы – для регистрации электрической

активности мышц [2, 3]; гониометры – для контроля углов сгибания в суставах [4]; тензометрические платформы – для контроля силовых характеристик при взаимодействии спортсмена с опорой [5, 6] и др. [7–9]. Получение данных с различных приборов и устройств при выполнении упражнений гиревого спорта создает предпосылки для перевода спортивной подготовки из эмпирической в научно обоснованную. Это в итоге должно привести к повышению эффективности тренировочного процесса как у начинающих, так и у высококвалифицированных спортсменов.

Использование в тренировочном процессе приборов и устройств, фиксирующих различные характеристики выполнения упражнения, не дает никаких преимуществ тренерам, если полученные данные не могут быть использованы для выбора выполняемых нагрузок или внесения в них изменений. Использование тензоплатформ в гиревом спорте дает возможность управлять тренировочным процессом в связи с наличием критериев результативности выполнения упражнений [5, 10]. Однако применение тензоплатформ в тренировочном процессе не получило широкого распространения, с одной стороны, в связи с их малой доступностью для тренеров, а с другой – в связи с недостатком информации о получаемых с них данных и возможностей использования этих данных. К более доступным приборам для использования в тренировочном процессе можно отнести акселерометры. Как показали исследования, при выполнении упражнения «толчок» наблюдалась линейная зависимость между показателями вертикальной реакции опоры, полученной с тензоплатформы, и вертикальной составляющей ускорения туловища, полученной с акселерометра. Зависимость находилась на уровне $r = 0{,}805$. При этом отмечалась синхронность зубцов обоих сигналов, что обосновывает возможность использования акселерометров в тренировочном процессе [11]. На наш взгляд, применение акселерометров вместо тензоплатформ при выполнении упражнения «толчок» может быть реализовано в ограниченном виде. Это связано с тем, что имеется недостаточно информации о том, как использовать показатели вертикальной составляющей ускорения туловища при управлении тренировочным процессом. При этом в других соревновательных упражнениях гиревого спорта такие критерии начинают разрабатываться [11].

Использование тензоплатформ в тренировочном процессе не должно ограничиваться только контролем максимальных значений силы реакции опоры при толчке гирь. В связи с этим следует выяснить, какие еще показатели можно использовать в тренировочном процессе. Для этого нужно проанализировать тензограммы, полученные при выполнении толчка гирь спортсменами разного уровня подготовленности.

Цель исследования: произвести анализ вертикальной составляющей силы реакции опоры при выполнении толчка гирь.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 7 спортсменов, занимающихся гиревым спортом. Уровень их спортивной квалификации – от 3-го спортивного разряда до Мастера спорта РФ. Участники исследования выполняли толчок двух гирь 16 кг, 24 кг или 32 кг, стоя на тензометрической платформе, в течение 1–2 мин. Темп подъема гирь соответствовал «соревновательному» и выше. Размер платформы составлял по длине 80 см, по ширине 60 см, по высоте 8 см. Погрешность измерительного устройства $\pm 0{,}5\,\%$, диапазон измерения нагрузки от 0 до 800 кг, частота измерений нагрузки от 1 до 500 Гц, измерения проводились с частотой 100 Гц. При выполнении толчка гирь осуществлялась запись вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR с последующим ее анализом в Microsoft Excel 2016.

Результаты исследования и их обсуждение

Выполнение толчка гирь стоя на тензометрической платформе спортсменами разного уровня подготовленности позволило осуществить записи вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR. На основании анализа записей FGR мы разделили упражнение на 4 основные фазы: 1 – подъем гирь; 2 – фиксация гирь на выпрямленных руках над головой; 3 – опускание гирь на грудь; 4 – фиксация гирь в стартовом положении. График вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR высококвалифицированного спортсмена при подъеме гирь 32 кг в соревновательном темпе представлен на рис. 1.

На рис. 1 основные фазы толчка гирь обозначены цифрами 1–4. При анализе фазы подъема гирь мы разделили ее на две части: 1 – полуприсед ($FGR_{A1\text{-}4}$); 2 – выталкивание гирь ($FGR_{A4\text{-}9}$). В первой части упражнение выполняется в уступающем режиме работы, а во второй части – в преодолевающем режиме работы. Переход от уступающего режима работы к преодолевающему осуществляется, когда общий центр масс тела находится в самом нижнем положении (FGR_{A4} – точка перегиба графика функции).

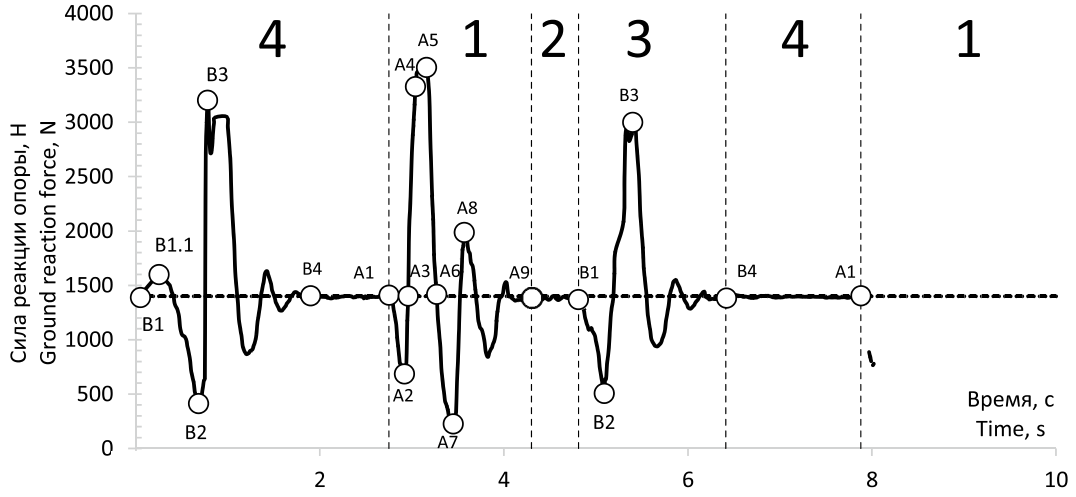


Рис. 1. Вертикальная составляющая силы реакции опоры при толчке гирь 32 кг двумя руками Мастером спорта РФ

Полуприсед включает в себя фазу разгона (FGR_{A1-3}) и фазу торможения (FGR_{A3-4}). Фаза разгона начинается со сгибания ног, а завершается (FGR_{A3}), когда скорость перемещения спортсмена вниз становится максимальной V_{max} (FGR = вес тела + вес гирь). Показатель FGR_{A2} характеризует изменение скорости перемещения спортсмена вниз при выполнении подседа в фазе разгона. Чем ниже значение FGR_{A2}, тем выше отрицательное ускорение при сгибании коленей. В данном исследовании у квалифицированных спортсменов усредненные показатели FGR_{A2} находились на уровне, соответствующем весу тела, с незначительными отклонениями (таблица). Более высокие значения характеризуют пассивное выполнение фазы разгона, а более низкие свидетельствуют о чрезмерном расслаблении мышц. В фазе торможения происходит снижение скорости с V_{max} до V = 0 (FGR_{A3-4}).

В фазе выталкивания гирь максимальные показатели FGR наблюдаются на ранней стадии разгибания ног, значительно раньше достижения максимальной скорости перемещения спортсмена вверх V_{max} (FGR_{A6} = вес тела + вес гирь). Показатели FGR_{A5} зависят от способа выполнения упражнения и характеризуют уровень проявления скоростно-силовых качеств спортсменов. Высокий уровень развития скоростно-силовых качеств, проявленных спортсменами при выполнении педагогических тестов, должен отражаться в максимальных показателях $FGR_{A5.}$ Если этого не наблюдается, значит, имеются недостатки в реализации скоростно-силовых качеств при выполнении толчка гирь. Устранение данных недостатков будет способствовать повышению эффективности выполнения толчка гирь. Отметим, что спортсмены высокой квалификации при многократном подъеме гирь не показывают максимально возможных значений FGR_{A5}. Квалифицированные спортсмены при многократном подъеме гирь имеют небольшую вариативность в показателях FGR_{A5} (таблица), что характеризует стремление к экономичному подъему гирь. При прикладывании максимальных усилий в каждом повторении наблюдается планомерное снижение показателей FGR_{A5} к окончанию выполнения упражнения.

При выполнении подъема гирь преимущественно за счет силы мышц рук наблюдается снижение показателей FGR_{A5} (рис. 2А), что свидетельствует о снижении эффективности и экономичности выполнения упражнения. Использование в тренировочном процессе тензоплатформы дает возможность осуществить контроль за динамикой изменения показателей FGR_{A5} в каждой серии выполнения упражнения, в каждом тренировочном занятии, а также в процессе многолетней тренировки. Это должно способствовать разработке методики выбора средств и методов подготовки, направленных на целенаправленное повышение показателей FGR_{A5} у начинающих спортсменов.

Осуществлять дозирование нагрузки в рамках одного тренировочного занятия возможно по динамике, изменяя показатель FGR_{A5}, снижение которого характеризует начало развития утомления. При контроле динамики изменения показателя FGR_{A5} необходимо учитывать, что он изменяется с повышением темпа выполнения упражнения [12].

Показатели силы реакции опоры FGR 20 повторений толчка гирь 32 кг
Мастера спорта РФ, выступающего в весовой категории 73 кг

№	FGR_{A2} (N)	FGR_{A5} (N)	FGR_{A7} (N)	FGR_{A8} (N)	FGR_{B2} (N)	FGR_{B3} (N)
1	569	3089	242	2225	435	3026
2	720	2879	217	2233	355	2998
3	687	2985	237	2265	425	3254
4	720	2881	259	2267	419	3247
5	642	3044	285	2132	588	3119
6	719	2914	289	2207	762	3188
7	652	2910	250	2192	455	3175
8	687	2955	287	2247	486	3212
9	707	2680	234	2134	748	3142
10	725	2819	254	2238	622	3038
11	714	2923	273	2189	523	3032
12	629	2893	284	2140	534	3118
13	674	2873	252	1857	594	2967
14	873	2801	333	2147	440	3227
15	692	2883	281	2066	634	3139
16	676	2891	262	1900	526	3104
17	893	2779	343	2201	752	2804
18	687	2867	264	1979	726	3202
19	666	2883	279	2114	554	2870
20	656	2809	271	2415	584	3187
21	679	2855	279	2034	735	2997
22	740	2823	299	2085	761	2831
$\bar{x} \pm \sigma$	700 ± 70,4	2883 ± 87,4	271 ± 29,8	2148 ± 127,3	575 ± 128,8	3085 ± 132,8

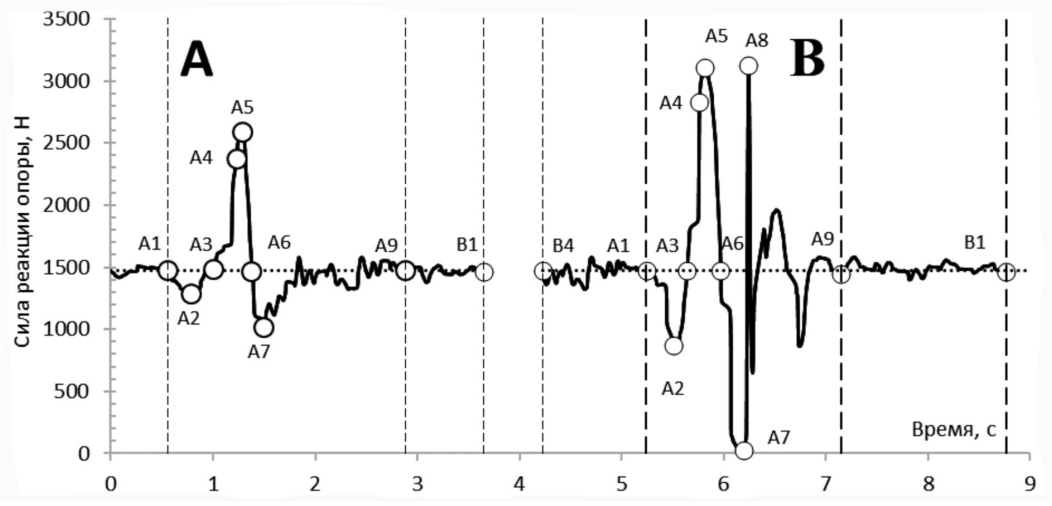


Рис. 2. Вертикальная составляющая силы реакции опоры Мастера спорта РФ:
А) при выполнении толчка двух гирь 32 кг за счет силы рук;
В) при выполнении толчка двух гирь 32 кг с отрывом стоп от опоры

Минимальные значения силы реакции опоры (рис. 1, FGR_{A7}) характеризуют переход спортсмена от движения вверх к движению вниз. При выполнении толчка в момент завершения «выталкивания» и «ухода» под гири до начала подседа FGR_{A7} может уменьшаться до нуля (рис. 2В), т.е. в упражнении может наблюдаться фаза невесомости [9, с. 41]. Спортсмен теряет контакт с опорой, что приводит к большим удар-

ным нагрузкам в момент касания стоп опоры (рис. 2В, FGR_{A8}), чего не наблюдается при выполнении упражнения без фазы невесомости (рис. 1, FGR_{A8}). При выполнении подъема гирь преимущественно за счет силы мышц рук отмечается увеличение показателей FGR_{A7} (рис. 2А). В данном исследовании при скоростно-силовом способе подъема гирь у квалифицированных спортсменов наблюдалась небольшая вариативность показателей $FGR_{A7.}$ При многократном подъеме гирь средние значения не превышали значений 300 N. Силовой способ подъема гирь характеризуется более высокими значениями $FGR_{A7.}$ Фаза подъема гирь завершается, когда значения показателя FGR стабилизируются на уровне, соответствующем сумме веса тела и веса гирь (FGR_{A9}).

Фиксация гирь на выпрямленных руках над головой ($FGR_{A9\text{-}B1}$) и фиксация гирь в стартовом положении ($FGR_{B4\text{-}A1}$) относятся к статическим положениям спортсмена. В данных фазах необходимо минимизировать мышечные усилия, направленные на удержание позы и сохранение равновесия [13, с. 179]. При сохранении равновесия на графике должна наблюдаться прямая горизонтальная линия на уровне *FGR* = вес тела + вес гирь. Нарушение равновесия сопровождается отклонением значений *FGR* от горизонтальной линии на графике (рис. 2В, $FGR_{B4\text{-}A1}$).

Опускать гири на грудь можно с выполнением подседа и без выполнения подседа. Преимущества выполнения опускания гирь без подседа заключаются в сокращении времени опускания гирь на грудь, которое оставляет 0,6 секунды [14]. Следовательно, данный способ будет получать более широкое распространение при повышении спортивного мастерства, даже если он будет менее экономичным, в связи с отсутствием других, более доступных способов повышения результативности. На начальных этапах подготовки спортсмены используют способ опускания гирь, выполняемый с подседом.

Опускание гирь на грудь начинается с расслабления мышц рук и сгибания в локтевых суставах (FGR_{B1}). Это приводит к свободному падению гирь, что сопровождается снижением показателей FGR. При опускании гирь с первоначальным выходом на носок будет наблюдаться возрастание показателей FGR ($FGR_{B1.1}$), а только потом – их снижение. По возрастанию показателя $FGR_{B1.1}$ можно оценить, насколько активно осуществляется выход на носок. Таким способом можно определить, с чего начинается выполнение опускания гирь. После достижения минимальных показателей FGR (FGR_{B2}) начинается амортизация, которая может осуществляться за счет ног и груди. Амортизация сопровождается снижением скорости перемещения гирь. Чем выше показатели FGR_{B3}, тем больше нагрузка на опорно-двигательный аппарат, в связи с чем при опускании гирь на грудь нужно стремиться минимизировать показатели FGR_{B3}. При этом следует учитывать, что минимальные показатели FGR_{B3} наблюдаются при опускании гирь на грудь за счет сгибания рук в уступающем режиме. При таком способе опускания гирь также отмечаются более высокие показатели FGR_{B2} в связи с отсутствием свободного падения гирь. Это приводит к увеличенной нагрузке на мышцы-разгибатели рук и их быстрому утомлению. Как следствие, данный способ опускания гирь не получил широкого распространения в практике гиревого спорта.

Заключение

Использование в тренировочном процессе тензометрической платформы позволяет по графикам вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR выявить недостатки при выполнении толчка гирь, возникающие в каждой фазе выполнения упражнения. Для каждой из фаз определены показатели, характеризующие перемещение спортсмена, что позволяет использовать тензоплатформу при обучении выполнению упражнения «толчок гирь». Контроль максимальных значений силы реакции опоры в фазе подъема гирь FGR_{A5} может помочь в обосновании выбора средств и методов подготовки, направленных на повышение данного показателя. Контроль показателей FGR_{A5} и FGR_{A7} может быть использован для оценки силового и скоростно-силового способа подъема гирь. При опускании гирь на грудь можно оценить, с чего начинается данная фаза, а также дать оценку эффективности выполнения амортизации по показателям FGR_{B3}.

Список литературы

1. Тихонов В.Ф. Применение тензоплатформы и акселерометра в гиревом спорте при исследовании техники упражнения «толчок» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 2. С. 214–218. DOI: 10.17513/snt.38521.

2. Ципин Л.Л. Оценка мышечных усилий спортсменов-гиревиков при выполнении специально-подготовительных упражнений // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2016. № 7 (137). С. 155–160.

3. Conti E., Ceravolo A.C., Cavatton A., Quarantelli M., Ilika O., Varalda C. Kettlebell Sport: endurance weight lifting. Description and analysis of the performance model. Journal of Physical Education and Sport (JPES). 2020. Vol. 20 (5). Art 362. P. 2659–2664.

4. Фураев А.Н., Шульгин Г.Е. Воспроизведение угла в коленном суставе, как оценка способности к регулиро-

ванию кинематическими характеристиками двигательной деятельности // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2013. № 8. С. 144–148.

5. Зухов А.С., Стрельников С.П. Особенности проявления силы реакции опоры при выполнении рывка гири высококвалифицированными и начинающими спортсменами // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2017. № 4(146). С. 67–68.

6. Ross J.A., Keogh J.W.L., Wilson C.J., Lorenzen C. External kinetics of the kettlebell snatch in amateur lifters. Peer J. 2017. Vol. 5. P. e3111. DOI: 10.7717/peerj.3111.

7. Hofman-Bang E., Salewski M., Adler A.T. Video tracking and force platform measurements of the kettlebell lifts long cycle and snatch. SN Appl. Sci. 2021. Vol. 3. Article 239. DOI: 10.1007/s42452-021-04220-4.

8. 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.

9. Тихонов В.Ф. Взаимосвязь показателей реакции опоры и пневмограмм дыхания в физических упражнениях // Вестник спортивной науки. 2013. № 3. С. 39–42.

10. Зухов А.С., Стрельников С.П. Особенности проявления силы реакции опоры при выполнении толчка в гиревом спорте // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 5–2 (59). С. 25–28. DOI: 10.23670/IRJ.2017.59.028.

11. Тихонов В.Ф. Импульс силы и количество движения системы «спортсмен-гиря», как критерии техники в упражнении гиревого спорта «рывок» // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=30598 (дата обращения: 11.08.2021). DOI: 10.17513/spno.30598.

12. Зухов А.С., Стрельников С.П. Влияние темпа толчка гирь на показатели силы реакции опоры // Теория и практика физической культуры. 2019. № 3. С. 6.

13. Ципин Л.Л. Анализ статистических положений при выполнении упражнений в гиревом спорте // Российский журнал биомеханики. 2017. Т. 21. № 2. С. 178–187. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2017.2.05.

14. Симень В.П., Драндров Г.Л. Современные тенденции совершенствования техники гиревого спорта // Теория и практика физической культуры и спорта. 2014. № 4. С. 36–42.

УДК 372.881.161.1

ПЕСНЯ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

Иванова М.Г.

НОУ ВПО «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов» (Алматинский филиал), Алматы, e-mail: orion-999@list.ru

Мы обратились к данной теме в силу ее актуальности, так как сегодня инновационные образовательные технологии позволяют осуществлять гуманистическую, развивающую, методическую, проектировочную и другие функции. В качестве основных методов исследования выбраны анализ и синтез, сравнение и обобщение. Обязательным элементом исследования выступил многоэтапный педагогический эксперимент. В работе дается обзор способов обучения иностранному языку как таковому. Рассматривается необходимость усовершенствования методики обучения русскому языку как иностранному в современном мире. Обращается внимание на возможности решить коммуникативные задачи, лежащие в основе изучаемого языка и культуры, избежав психологических барьеров в ходе обучения иноязычной речи. Определены новые формы образовательной деятельности и компоненты учебного процесса с возможным их представлением. Выдвигается гипотеза о том, что реальный результат может быть получен благодаря привлечению или внедрению в образовательный процесс популярных песен. Делается вывод, что с помощью подобных внедрений можно интегрировать весь комплекс различных языковых умений и речевых навыков в ситуацию непосредственной коммуникации на неродном языке как родном. Подчеркивается, что данный метод обучения с гибким, инновационным, творческим и открытым подходом является хорошим стимулом для приобретения знаний, умений и навыков. Подобное обучение не только поможет повысить интерес студентов к изучению русского языка, расширить кругозор, воспитать культурное сознание и восприимчивость, но и позволит правильно использовать языковые знания в межкультурной коммуникации, формируя способность к межкультурной коммуникации. Статья может быть интересна преподавателям русского языка как иностранного и студентам, изучающим русский язык как иностранный.

Ключевые слова: русский язык как иностранный (РКИ), методика, принципы обучения, коммуникативная ситуация, языковая ситуация, речевая культура, дискурсивное пространство

SONG AS A SOCIO-CULTURAL COMPONENT METHOD OF TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE

Ivanova M.G.

Almaty Branch of Saint-Petersburg University of Humanities and Social Sciences, Almaty, e-mail: orion-999@list.ru

The relevance of this topic is that today innovative educational technologies perform humanistic, as well as developmental, methodological, design and other functions. Analysis and synthesis, comparison and generalization were chosen as the main research methods. A mandatory element of the study was a multi-stage pedagogical experiment. The paper gives an overview of the methods of teaching a foreign language. The necessity of changing the methodology of teaching Russian as a foreign language in the modern world is considered. Attention is drawn to the possibility of solving the communicative problems that underlie the language and culture being studied, and to avoid the psychological barriers that arise during the teaching of foreign language. New forms of educational activity and components of the educational process with their possible presentation have been determined. The idea is put forward that a real result can be obtained by attracting or introducing popular songs into the educational process. It is concluded that with the help of such implementations it is possible to integrate the whole complex of various language and speech skills into a situation of direct communication in a non-native language as a native one. It is emphasized that this method of training with a flexible, innovative, creative and open approach is a good way for the acquisition of knowledge, skills and abilities. Language teaching enables students to master the necessary knowledge of pronunciation, vocabulary and grammar in communication; students' cultural learning can not only enhance students' interest in learning Russian and broaden their horizons, but also cultivate students' cultural awareness, cultural sensitivity and adaptability, and make the correct use of language knowledge in practical cross-cultural communication, so as to improve students' cross-cultural communication ability. The article may be of interest to teachers of Russian as a foreign language and to students studying Russian as a foreign language.

Keywords: Russian as a foreign language (RCT), methodology, teaching principles, communicative situation, language situation, speech culture, discursive space

С даром слова человек рождается, развитие его языка начинается с года жизни, а первоначальный навык правильной речи приобретается в семье. Услышанное и воспринятое в первые годы жизни он воспроизводит потом на всем ее протяжении. Обучение продолжается через: 1) подражание; 2) культуру взаимодействия с окружающими людьми; 3) различные речевые ситуации; 4) словарное разнообразие; 5) стремление к речевой гармонии, т.е. правильной, семантически и лексически богатой речи.

В современном мире человек, владеющий иностранным языком, более конкурентоспособен. Именно иностранные языки открывают двери в другие миры, наполняя

жизнь насыщенными красками; позволяют нарабатывать и повышать профессиональный статус, путешествовать и общаться без каких-то ограничений. Однако дело не в том или ином языке. Определенные трудности встречаются и при изучении языков сложной структуры (как, допустим, в китайском), и при усвоении языков, которые не входят в состав «сложных» (как, например, тюркские, в частности казахский). При изучении иностранного языка необходимо не только выучить правила и словарь употреблений, но и усвоить так называемые фоновые знания, так как каждый социум обладает специфической, характерной только для него картиной мира, которая отвечает его физическим, духовным, технологическим, эстетическим, этическим и другим потребностям. Социокультурный фон реализуется через продуктивный словарный запас, в который входят наиболее коммуникативно значимые лексические единицы, распространенные в типичных ситуациях общения, в том числе оценочная лексика для выражения своего мнения, разговорные клише, а также слова с национально-культурным компонентом: фоновая лексика, безэквивалентная лексика, наименования предметов и явлений повседневной жизни, реалии, связанные с отдыхом, времяпрепровождением, досугом. Данные языковые и речевые единицы позволяют проникнуть в иную национальную культуру, овладеть повседневной лексикой носителей языка, усвоить «элементы социокоммуникации, особенности национальной ментальности, духовные и материальные ценности, формирующие национальное достояние» [1, с. 13].

Материалы и методы исследования

С целью формирования социокультурной компетенции ежегодно методистами предлагаются новые способы изучения иностранных языков. Так, самыми успешными среди них считаются понимание через подстрочный смысл и различную окраску высказывания, через правильную интерпретацию культурных, исторических эпизодов и реалий при чтении газет и журналов, при просмотре фильмов и телевизионных программ, при общении с носителями языка и культуры, а также через чтение аутентичных текстов (так как в них присутствует много местоимений, частиц, междометий, слов с эмоциональной окраской, словосочетаний, рассчитанных на возникновение ассоциативных связей, фразеологизмов). Например, отмечается, что основной дидактической единицей при изучении русского языка студентами-иностранцами является текстовой материал, так как именно он обеспечивает комплексный подход к обучению языку.

В последнее время особое внимание привлекается к проблеме речевого ритма, так как он «обусловлен физиологически и корректируется интеллектуально» [2, с. 97]. Обычно приобщение к речевому ритму идет путем погружения в художественный текст как таковой (литературное произведение рассматривается как средство и учебный материал для развития языковых навыков вообще и для мотивации иноязычной аудитории в плане обучения русскому языку), и тогда жанр, стиль, форма текста не имеют особого значения. Привлекается богатый иллюстративный материал [3]. Иногда (уже на продвинутом завершающем этапе обучения) рассматривается уровень понимания особенностей идейно-художественного своеобразия, национального мышления, и тогда широко применяются поэтические тексты [3, с. 24–25].

Если остановиться конкретно на методике обучения русскому языку как иностранному (РКИ), то она прошла несколько этапов усовершенствования. Программы обучения советских школ и курсов повышения квалификации одной из главных задач подготовки студентов-иностранцев по русскому языку или преподавания русского языка как иностранного ставили овладение грамматическими конструкциями для успешной реализации их в речи, а также формирование у студента потребности в будущем действовать на изучаемом языке: читать, говорить, писать, слушать.

Опираясь на эти программы, подавляющее большинство подготовленных и изданных советских учебников и учебных пособий было ориентировано главным образом на усвоение студентами-иностранцами языкового материала, а не на развитие видов речевой деятельности на изучаемом языке. Поэтому, читая текст, студенты-иностранцы зачастую так и не обучались устанавливать связь между словами, не могли их понять полностью, часто смешивали внешне сходные грамматические формы. К сожалению, только некоторые студенты свободно пересказывали или дополняли текст, могли составить свой связный текст и, как следствие, начинали говорить на изучаемом языке.

Методики РКИ последних лет нацелены на то, чтобы иностранные студенты овладели грамматическим материалом, узнали законы построения русского предложения и сочетаемости лексических единиц путем использования различных способов презентации изучаемого [4–6]. Стали предлагаться задания, в которых речевая деятельность

студентов реализуется с помощью всевозможных средств наглядности или словесных опор [7–9]. Уже есть методисты, которые рекомендуют учитывать тот факт, что каждая культура, формируясь в определенных географических, исторических и бытовых условиях, создает свое специфическое видение реальности, так называемую *«картину мира»*. Появились приверженцы (и мы полностью с ними солидарны [10, с. 35–40]), считающие, что важнейшими компонентами *культурной картины мира* являются система образов и представлений, способы мировосприятия, нормы поведения и общения, материальные и духовные ценности, а также *культурные архетипы*.

С нашей точки зрения, современная реальность изучения РКИ показывает, что обязательным условием социального функционирования культурной картины мира является ее материализация с помощью языка, что позволяет говорить о существовании *языковой картины мира*. При этом культурная картина мира всегда богаче, чем языковая, но именно «в языке культурная картина мира реализуется, вербализируется и передается из поколения в поколение» [4].

Учитывая и обобщая все вышесказанное, считаем, что в качестве социокультурного компонента и инструмента эффективного обучения в современной методике и практике преподавания русского языка как иностранного можно и нужно применять песенный жанр вообще и популярные в среде обучающихся песни в частности.

Цель данного исследования – рассмотреть теорию и практику применения наиболее известных поп-песен при изучении РКИ.

Для достижения поставленной цели исследование проводилось с применением таких методов, как теоретический и обзорно-аналитический анализ научной литературы, систематизация и обобщение, наблюдение, анализ полученного педагогического опыта работы с китайскими студентами, а также эмпирические методы – интервью, беседа, тестирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Песня как таковая – это единство текста, ритма, мелодии. Однако, с нашей точки зрения, даже современная поп-песня может быть богатым обучающим пособием, так как является продуктом и результатом социокоммуникации. Например, сейчас есть достаточное количество песен, по которым можно изучать популярные русские имена и тот разноуровневый пласт смыслов, что с ними связан (в частности, песни «Катя, Катерина, маков цвет, без тебя мне жизни нет…», «Ксюша, Ксюша, Ксюша, юбочка из плюша, русая коса…» и т.д.).

С помощью эстрадных песен можно изучать формы русского обращения («Мишка, Мишка, где твоя улыбка, полная задора и огня!»), нормы речевого этикета («Люба, Люба, Любонька! Целую тебя в губоньки…»), а также те смысловые оттенки в русском обращении, где есть «вариативность именных формул, которые обусловлены ситуацией речевого общения, субъективной оценкой собеседника и культурными традициями русского народа» [8, с. 87]. Популярные песни позволяют на занятиях РКИ не только рассмотреть особенности имен, но и практическое использование тех или иных антропонимов (группа «Иванушки International» упоминает кукол Машу, Дашу, Мишу, Сашу и Аришу, которым «не стоит плакать»; группа «Uma2rman» сообщает, что «девушка Прасковья из Подмосковья с грустью и тоскою снова одна» и т.д.). Через антропонимическое указание в эстрадной песне можно проникать в литературный пласт языка и наоборот (песня Валерия Леонтьева «про Маргариту, которая умела ждать и летать», заставляет вспоминать детали романа М. Булгакова «Мастер и Маргарита»).

Благодаря популярным песенным произведениям можно изучать не только антропонимы, но и *этнонимы* (песня «Якутяночка моя»); *астронимы* (песни «Мы дети Галактики», «Притяжение Земли» и т.д.); *зоонимы* (песни «Собака бывает кусачей…», «Пропала собака» и т.д.); *топонимы* (песни «Брянская улица», «Любимый город», «Все для тебя» и т.д.); *фитонимы* («Желтые тюльпаны – вестники разлуки…», «Миллион, миллион алых роз…», «Золотится роза чайная…») и т.д. И если необходимо, то функционально-временная и функционально-пространственная параметризация может быть логично вписана в единую топонимическую парадигму, как это, например, сделал Юрий Антонов в песне «На улице Каштановой».

Как показывает наш личный многолетний опыт работы в иностранной аудитории, песни – наиболее удачный и удобный для изучения вариант. Во-первых, студенты-иностранцы – это чаще всего молодые люди, и темы широко известных песен им близки, так как в них обычно поется о любви, дружбе и проблемах, волнующих молодежь. Например, китайская молодежь знает и любит не только советские песни или песни на русском языке, но и все разнообразие поп-песен в исполнении Витаса, Полины Гагариной, группы «Серебро» и т.д.

Во-вторых, создается необычная творческая атмосфера, отличная от той, в которой студенты обычно занимаются: прослушивание популярной песни, хоровое ее исполнение, смысловой анализ, ассоциативное рассуждение и т.д.

В-третьих, песни являются страноведческим аспектом обучения. Через песни можно ближе познакомиться с культурой, менталитетом, традициями и обычаями тех, кто создает и поет эти песни. Так, эстрадные песни про конфетки-бараночки, море пива, малину на губах не только популярны, но и вносят свои коррективы в учебный процесс, дают примеры синонимичного, антропонимичного, устаревшего или даже ошибочного произнесения русских слов (песни «Чашка кофею» или «Као Какао» в исполнении Марины Хлебниковой).

Наконец, тексты известных песен можно использовать на занятиях с целью лучшего усвоения материала по закреплению грамматических конструкций. При этом необходимо учитывать такие требования, предъявляемые к песенному тексту, как: 1) содержание в нем изучаемых грамматических категорий; 2) недопущение перегруженности новыми словами; 3) отсутствие жаргонных слов и выражений; 4) наличие словесных повторов; 5) предпочтительность простых, несложных предложений.

В целом работа проводится в несколько этапов. Сначала следует обратить внимание на выбор песни: она должна быть известной, легкой, узнаваемой, слышанной студентами-иностранцами по радио и телевидению.

Приступая к работе, как и при традиционном изучении текстового материала, основное внимание уделяется чтению и анализу. В процессе этого студенты учатся воспринимать и воспроизводить прочитанное и на этой основе излагать свои собственные мысли. В ходе чтения и анализа песенного текста студенты должны выделить его тему, основную мысль, композиционную форму, средства связи предложений и частей текста. В задания по анализу текста входят также составление плана, перечень вопросов, подбор заголовка, определение синтаксической роли языковых средств. На основе текста студенты обучаются умению использовать необходимые языковые средства с целью формирования коммуникативных навыков.

Таким образом, можно отметить, что текстовой материал песни позволяет освоить информацию, имеющую познавательное, общеобразовательное, воспитательное значение. Песня расширяет кругозор студентов, приобщает их к культуре, традициям, миропониманию носителей изучаемого языка. Кроме того, песенный текст открывает «широкие возможности для всестороннего ознакомления с реалиями жизни страны, язык которой изучается» [5, с. 542].

Мы согласны с учеными-методистами Ю.В. Болотовой, Н.А. Киндря, Н.Г. Нестеровой, Н.В. Кулибиной, В.В. Сафоновой и др., которые считают, что в методике обучения русскому языку требования к текстам традиционно основываются на лингвистических, содержательных и структурных характеристиках текста. При отборе учебных текстов необходимо руководствоваться следующими критериями:

1. Практическая целесообразность. Проводимые занятия показывают огромный познавательный интерес иностранных студентов к литературе.

2. Изобретательность. Данный принцип обусловлен реальной оценкой условий учебного процесса, определяет выборочность учебных текстов, затрагивающих наиболее характерные и актуальные исторические и культурные события.

3. Межпредметная обусловленность. Учебные тексты подбираются с учетом будущей специальности студентов.

4. Воспитательная значимость. Используемые нами тексты формируют у студентов этические и моральные убеждения, воспитывают эстетический вкус.

5. Этнокультуроведческая ценность. Любой текст можно рассматривать в двух уровнях: как средство информации и как предмет обучения. Наличие в тексте этнокультуроведческой информации обусловливает отбор и организацию речевых единиц, семантическую интерпретацию языкового материала.

В частности, мы подходим к связному тексту следующим образом:

1. Он должен быть небольшого объема.

2. Содержание текста должно быть интересным и познавательным для студентов. К примеру, предлагаем рассмотреть в качестве учебного материала известную песню «Желанная», которую исполнял дуэт «Чай вдвоем»: «*Попрощался с небом, / Попрощался я с мечтой, /Попрощался с солнцем, / Попрощался я с тобой. / Ничего не надо, умоляю я, / Только ты вернись, любовь моя /Ты для меня лишь одна желанная, / Солнышко мое долгожданное…*».

3. Связный текст должен содержать изучаемые грамматические категории (например, виды словосочетаний как таковых, способы подчинительной связи).

4. Даем прослушать мелодию песни, попутно задавая вопросы: слышали ли они раньше ее? Какая это музыка, на их взгляд? Чем понравилась музыка?

Следует отметить, что, рекомендуя студентам ту или иную песню или какой-то текст, преподаватель ставит перед собой ряд задач:

1. Ввести в арсенал студентов определенный объем знаний.

2. Повлиять на сознание обучающихся, воздействовать на формирование их миропонимания.

3. Удовлетворить познавательные интересы студентов.

6. Привить определенные навыки учебной деятельности.

Непосредственный ход работы по указанной песне может иметь примерно следующий:

1. Мы раскрываем смысл этого текста, то есть даем установку на осмысление песни путем ее прослушивания.

2. Раздаем сам текст. После его прочтения следует обязательно провести над ним общую работу: обратить внимание на незнакомые слова и сочетания; объяснить эпитеты, найти метафоры, сравнения и т.д.

Заметим, что при обучении русскому языку студентам-иностранцам обычно тяжело даются коннотативные значения слов. Поэтому, беря за основу песню «Желанная» дуэта «Чай вдвоем», необходимо подробно истолковать метафорические выражения, например, *солнышко* – в русской культуре традиционное обращение к любимому человеку; *весна нарядная* – в данном случае выступает как переносное значение сочетания *веселая жизнь;* сочетание *убить любовь* – выражает значение *забыть, отказаться от любви*.

3. Грамматический материал состоит из двух блоков: глагольное управление и согласование (сущ. + прил., сущ. + числит., числит. + прил., мест. + прил.). Отметим, что данный грамматический материал должен или может быть изучен на предыдущих занятиях, и данное занятие может выступать как итоговое.

Предлагаем несколько закрепительных упражнений. Например, в левой части тетради студенты должны выписать сочетание глагол + существительное в тв.п.; в правой – привести свои примеры:

Попрощался с небом глагол + существительное в тв.п. с предлогом.

Попрощался с домом, попрощался с мамой, с другом, с преподавателем.

Следующее задание: найти глагол – антоним к слову *попрощался* + сущ. в тв.п. Например, студенты обычно предлагают следующие варианты: *поздоровался с другом* (гл. СВ + сущ. м.р. в тв.п. с предлогом), *встретился с подругой* (гл. СВ + сущ. ж.р. в тв.п. с предлогом).

Предлагаем задания на закрепление согласования частей речи: *любовь моя* чья? сущ. ж.р. ед.ч. в им.п. + мест. ед.ч. ж.р. в им.п., *одна желанная* какая? числ. ж.р. + прил. ж.р., *солнышко мое* чье? сущ. ср.р. ед.ч. + мест. ср.р. ед.ч., *солнышко долгожданное* сущ. ср.р. ед.ч. + прил. ед.ч. ср.р., *весна нарядная* какая? сущ. ж.р. ед.ч. + прил. ед.ч. ж.р.

Следующим этапом работы является закрепление глагола. Следует обратить внимание на форму прошедшего времени глаголов. Студенты должны ответить, от чьего лица идет повествование в песне: мужского или женского, и почему они так решили? Например, *попрощался с небом* гл. м.р. ед.ч. прош.вр., *мне шепнуло небо* глагол ср.р. ед.ч. прош. вр.

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование показывает:

1) в современном мире необходимо не просто изучать иностранный язык, но и привлекать к изучению все стороны окружающей действительности, сопряженные с языковым материалом;

2) для успешного усвоения русского языка как иностранного необходимо аккумулировать языковую, речевую, общекультурную, страноведческую и лингвострановедческую информацию, отражающую национальную специфику языка;

3) практика отстраненного общения с привлечением необычного познавательного материала содействует развитию и языковых, и речевых умений;

4) песня как жанр отвечает принципам целостной текстовой системы: дифференциации по тематике; взаимодействия речевых и языковых элементов; соотносимости с традиционной национальной культурой изучаемого языка, а также с особенностями популярной культуры современности;

5) привлечение известных песен к процессу изучения русского языка как иностранного позволяет преодолеть психологические барьеры, связанные с этим; ускоряет и разнообразит рассмотрение, освоение и закрепление конкретно изучаемого материала.

Список литературы

1. Верещагин Е.М., Костомаров В.Г. Язык и культура: Лингвострановедение в преподавании русского языка как иностранного. М.: Русский язык, 1990. 246 с.

2. Кантер Л.А. Просодическая характеристика речи как объект системного анализа: дис…докт. филол. наук. М., 1990. 257 с.

3. Кулибина Н.В. Адаптировать нельзя понять. Принципы адаптации художественных текстов в соответствии с «Общеевропейскими компетенциями владения иностранным языком» // Русский язык за рубежом. 2013. № 5. С. 22–30.

4. Захарчук О.Е., Ерещенко М.В., Николенко О.В. Репрезентация интегративного компонента на занятиях русского языка как иностранного в китайской аудитории (на примере межпредметных связей русского языка и музыки) // Мир науки. Педагогика и психология. 2018. № 2. Т. 6. [Электронный ресурс]. URL: https: // mir-nauki.com (дата обращения: 10.08.2021).

5. Киндря Н.А. Использование песен как лингводидактического средства на уроках русского языка // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 2 (69). С. 541–542.

6. Нестерова Н.Г. Роль аутентичных радиотекстов в диалоге культур // Вестник Московского университета. Серия 22: Теория перевода. 2014. № 4. С. 73–87.

7. Мельник Ю.А. Работа с видеоматериалами на занятиях по русскому языку как иностранному (на примере русской сказки) // Филология и культура. 2017. № 4 (50). С. 209–213.

8. Забуга А.А. Русская хип-хоп музыка как современный инструмент обучения русскому языку как иностранному в высшем учебном заведении // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 4. № 4. С. 87–93.

9. Сафонова В.В. Современный русский аудио- и видеотекст в контексте межкультурного языкового образования // Русский язык как инославянский. Белград. 2012. Выпуск IV. С. 78–90.

10. Иванова М.Г. Особенности взаимосвязи этнической психологии и межкультурной коммуникации. // Экономика, право, культура в эпоху общественных преобразований: материалы международной научно-практической конференции (Алматы, 25 января 2017 г.). Алматы, 2017. С. 35–40.

УДК 372.862:378

ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФОРМИРОВАНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Колодезникова А.Н., Парникова Г.М.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: Anika20052009@mail.ru

В данной статье рассматривается описание формирующего этапа опытно-экспериментальной работы по повышению уровня самостоятельности студентов старших курсов технических направлений в процессе обучения специальным дисциплинам. Образовательный процесс в высшей школе заключается не только в передаче знаний, формировании умений и навыков, но и в формировании самостоятельности личности, способности будущего специалиста к саморазвитию и поиску новой информации. Рассмотрены основные направления, способствующие активации самостоятельной деятельности с учетом выявленных педагогических условий: реализация системного и регионально-этнического подходов к организации образовательного процесса; активизация гибкого учебного процесса практико-ориентированной направленности; формирование личностного смысла в профессиональной деятельности и положительной мотивации. Выделенные компоненты (эмоционально-волевой, операционно-практический, рефлексивно-оценочный) послужили основой для определения перспективного, зависимого и пассивного уровней сформированности самостоятельности студентов. Подготовка будущих инженеров-профессионалов требует использования новых подходов к обучению на старших курсах, направленных на объединение опыта профессиональной деятельности, теоретических знаний и практических умений, которые смогут преодолеть основные противоречия традиционной системы обучения. Сделан вывод о необходимости повышения интереса к будущей профессиональной деятельности в процессе обучения специальным дисциплинам.

Ключевые слова: самостоятельность, специальные дисциплины, теплогазоснабжение и вентиляция, инженер, технические специальности, учебный процесс

CONSTRUCTION OF THE EDUCATIONAL PROCESS FOR THE FORMATION OF INDEPENDENCE OF STUDENTS OF TECHNICAL DIRECTIONS IN THE PROCESS OF TEACHING SPECIAL DISCIPLINES

Kolodeznikova A.N., Parnikova G.M.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Yakutsk, e-mail: Anika20052009@mail.ru

This article discusses the description of the formative stage of experimental work to increase the level of independence of senior students in technical areas in the process of teaching special disciplines. The educational process in higher education consists not only in the transfer of knowledge, the formation of skills and abilities, but also the formation of individual independence, the ability of a future specialist to self-development and search for new information. The main directions that contribute to the activation of independent activity, taking into account the identified pedagogical conditions, are considered: the implementation of systemic and regional-ethnic approaches to the organization of the educational process; activation of a flexible educational process of practice-oriented orientation; the formation of personal meaning in professional activity and positive motivation. The highlighted components (emotional-volitional, operational-practical, reflexive-evaluative) served as the basis for determining the perspective, dependent and passive levels of students' independence formation. The training of future professional engineers requires the use of new approaches to training in senior courses, aimed at the unity of professional experience, theoretical knowledge and practical skills that can overcome the main contradictions of the traditional training system. It is concluded that there is an increase in interest in future professional activities in the process of teaching special disciplines.

Keywords: independence, special disciplines, heat and gas supply and ventilation, engineer, technical specialties, education process

Образовательный процесс в современной высшей школе заключается не только в передаче знаний, формировании умений и навыков, овладении определенными компетенциями. В рамках освоения образовательных программ предполагается также формирование важных личностных качеств обучающихся, включая самостоятельность. Под самостоятельностью мы понимаем развитие у будущих инженеров способности к саморазвитию, стремлению к поиску новой информации из различных источников. Самостоятельность личности будущего инженера приобретает особую актуальность при изучении специальных дисциплин, поскольку ориентирует студентов на выработку навыков самостоятельного принятия решений в сфере будущей профессиональной деятельности. Соответственно, поиск эффективных способов и технологий формирования самостоятельности будущих инженеров, актуализация прикладного компо-

нента подготовки специалистов, смещение акцента на самостоятельную деятельность, где на первый план в профессиональном развитии выдвигаются качества личности, актуальны и востребованы [1].

Цель исследования – построение учебного процесса, способствующего эффективному формированию самостоятельности будущих инженеров в процессе изучения специальных дисциплин.

Материалы и методы исследования

Исследование осуществлялось на базе инженерно-технического института Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова в рамках изучения специальных дисциплин «Теплоснабжение» и «Отопление», направление «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция». Проведенное анкетирование на констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы показало, что среднестатистический студент, обучающийся на третьем курсе, – это юноша из числа коренных народов Республики Саха (Якутия), прошедший различные ступени адаптации и достигший определенной личностно-социальной и профессиональной зрелости. Однако исследованная категория студентов характеризуется недостаточным уровнем владения русским (неродным) языком, «привычкой к совместному действию группой», немногословностью, медлительностью и сдержанностью в проявлении эмоций [2].

Согласно учебному плану, на специальные дисциплины «Отопление» и «Теплоснабжение» отводится 216 часов, из которых на самостоятельную работу – 85 часов. Дисциплины рассчитаны на два семестра на третьем и четвертом курсе, предусмотрены выполнение курсового проекта и сдача экзамена в конце курса.

Результаты исследования и их обсуждение

Комплексная система подготовки будущих инженеров при изучении специальных дисциплин на старших курсах включает материалы, ориентированные на развитие навыков самоконтроля, обогащающие учебно-воспитательной процесс практико-ориентированными формами и методами обучения.

Выход на новое качество подготовки специалистов осуществляется по следующим основным направлениям, способствующим активизации самостоятельной деятельности:

– применение системного и регионально-этнического подходов к организации учебно-воспитательного процесса в период обучения в университете в процессе изучения специальных дисциплин для формирования самостоятельности личности студента;

– организация самостоятельной работы в ходе аудиторной и внеаудиторной работы, способствующая повышению уровня активности студента, проявлению интереса к изучению специальных дисциплин, формированию готовности и способности применения навыков в своей практической деятельности, потребности в планировании самостоятельной работы, развитии навыков самооценки и самоконтроля;

– осуществление и усиление педагогической поддержки будущих инженеров в профессиональном становлении студента.

Обобщив различные подходы к формированию самостоятельности будущих инженеров, выделим следующие ее компоненты: эмоционально-волевой (отражает уровень развития личностных качеств); операционно-практический (демонстрирует способность применять знания, умения самостоятельной деятельности) и рефлексивно-оценочный (показывает способность конструктивно перерабатывать собственный опыт).

На начальном этапе нашего исследования мы выяснили, что основное количество студентов (65 %) имеют зависимый уровень сформированности, что говорит о некоторых трудностях при осуществлении самостоятельной деятельности: владение знаниями и осознание их важности в будущей профессиональной деятельности проявляются лишь в общих чертах; в нестандартных ситуациях студенты нуждаются в помощи преподавателя; отличаются умеренными показателями сознательности, самостоятельности и активности в процессе решения поставленных задач; характерны неустойчивые мотивация к профессиональной деятельности и интерес к будущей профессии.

Для успешного самостоятельного обучения и повышения его эффективности мы предлагаем следующие шаги:

– проведение лекционных занятий в форме «лекция-беседа» с использованием регионального компонента;

– разработку заданий к задачам профессиональной направленности с применением уровневой системы сформированности самостоятельной деятельности;

– применение контрольной проверки с использованием рейтингового метода;

– применение online-технологий в ходе аудиторной и внеаудиторной работы;

– практико-ориентированный подход к обучению специальным дисциплинам;

– направление на прохождение курсов профессиональной переподготовки по смежным специальностям;

– выполнение и защиту выпускной квалификационной работы в виде проекта.

С начала организации опытно-экспериментальной работы для нас имело значение установление тесного контакта с учебной группой для дальнейшего благоприятного взаимодействия в процессе учебной деятельности. Доброжелательная, непринужденная и раскованная рабочая атмосфера содействует развитию творческих способностей и повышению активности в учебной деятельности. Партнерские отношения студента и преподавателя способствуют возникновению доверительности, исключают недоверие и недопонимание [3].

Для развития эмоционально-волевого компонента самостоятельности студентов при обучении специальным дисциплинам особое внимание мы уделяли применению современных компьютерных средств и информационных технологий. Основной образовательной платформой в Северо-Восточном федеральном университете является система Moodle. Наличие на такой платформе учебно-методического обеспечения позволяет студентам упорядочить виды деятельности самостоятельной работы, активизирует познавательную самостоятельность и обладает функцией обратной связи, что повышает взаимодействие студента с преподавателем. На базе такой платформы были подготовлены индивидуальные задания для выполнения курсовых проектов, которые составлены таким образом, чтобы активизировать как индивидуальную деятельность студента, так и групповую, которая присуща студентам-северянам. С одной стороны, были предложены одинаковые задания на проектирование системы отопления гражданского здания (основная цель выполнения курсового проекта), с другой – предусмотрены различные исходные данные, такие как варианты конструкций, этажность здания, его ориентация по сторонам света и даже варианты планов здания. Здания находятся в населенных пунктах на территории Республики Саха (Якутия) для приближения к реальным региональным условиям. Такие индивидуальные (личные) задания повышают интерес к будущей профессиональной деятельности, усиливают мотивацию к изучению дисциплин для применения полученных знаний на практике, что очень актуально и востребовано для предприятий с проектной направленностью.

Поскольку основным, по мнению студентов, материалом для изучения специальных дисциплин является лекционный материал, то в экспериментальных группах чаще использовалась лекция-беседа, которую эффективно применять в небольших учебных группах, а не на больших курсах или потоках. Эмоциональная окрашенность и доверительный тон на лекции-беседе подкупают и активизируют слушателей, вовлекают их в учебный процесс и диалог с преподавателем. На такой лекции присутствует обратная связь с аудиторией, так как используется подача материала с широким применением наглядности, что побуждало студентов задавать вопросы и участвовать в беседе. Так, на лекции по дисциплине «Теплоснабжение» по теме «Опоры тепловых сетей» демонстрировались как рисунки из учебника, так и фотографии опор, имеющихся непосредственно в городе Якутске. Фотографии способствовали активному обсуждению: как представлено в теории и как реализуется на практике. Так как большинство студентов приехали на обучение из различных населенных пунктов и улусов Республики Саха (Якутия), то сравнение было показательным в плане практического осуществления.

На практических занятиях для более углубленного изучения научно-теоретических знаний студенты решают прикладные задачи различного уровня. Информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практике осмысливается и перерабатывается. В экспериментальной группе использовались профессионально ориентированные задачи, приближенные к реальной действительности, с учетом региональных особенностей, посредством личностно-ориентированной технологии обучения. Типы задач структурировались в зависимости от уровня формирования самостоятельности: пассивный, зависимый и перспективный уровень.

По каждому модулю выделяется пять задач, например пассивного уровня, которые необходимо решить для перехода на следующий уровень. Задачи перспективного уровня предложены как дополнительное задание, осуществляемое на выбор студента, за решение которого он получал дополнительные баллы, т.е. обучающийся сам принимает решение, выполнять его или нет. Постепенная трансформация учебной деятельности, переход от пассивного к перспективному уровню повышают мотивацию к активной деятельности и интерес к будущей профессии средствами специальных дисциплин в техническом вузе.

Для решения задач различного уровня в ходе ОЭР была создана творческая атмосфера, которая является важным аспектом

для саморазвития личности. Для самопроявления и свободы мысли, а также повышения интереса к работе на начальном этапе предлагались легкие задачи. В процессе решения задач ответы студентов поощрялись в виде делового комплимента за быстроту выполнения и многовариантность ответов. Успех и удача от правильной, самостоятельно выполненной задачи фиксируются в памяти студентов и формируют сознательное стремление к достижению цели и дальнейшему преодолению трудностей.

Значительное влияние на формирование операционно-практического компонента самостоятельности студента оказывали учебные и производственные практики, которые осуществляются с самого начала учебной деятельности. Такие практики, как ознакомительная, технологическая, производственная и преддипломная, нацелены на постепенное развитие самостоятельности студента. Если на начальном этапе практика – ознакомительная, то студент в большей степени выполняет задания по алгоритму; преддипломная практика в значительной мере подразумевает поисковую работу по теме выпускной квалификационной работы.

Выбор места прохождения технологической и производственной практики влияет на выбор направления будущей профессиональной деятельности (монтаж, эксплуатация и проектирование). Кроме того, студенту предлагается проходить производственные практики на различных предприятиях, специализирующих в разных направлениях. Например, после второго курса технологическую практику проходят в ОАО «Сахатранснефтегаз», основное предприятие г. Якутска по направлению «Газоснабжение», а после третьего курса – на энергоснабжающем предприятии МУП «Теплоэнергия» или в ОАО «Сахапроект», которое занимается проектированием систем теплогазоснабжения и вентиляции. При успешном прохождении производственной практики студент может быть приглашен работать на предприятие после окончания университета [4].

Образовательное учреждение предоставляет только «пассивный подход» в достижении успехов в будущей профессиональной деятельности, где весь материал представлен в ходе лекционных и практических занятий. Непрерывное обучение в течение всей жизни, постоянная работа над собой дают наибольший эффект личностного развития специалиста [5]. Поэтому в ходе опытно-экспериментальной работы студентам инженерно-технического института СВФУ представилась возможность повысить свою квалификацию путем обучения на курсах по смежным специальностям. На таких курсах они не только повышают свой уровень знаний, но и становятся качественно другими специалистами. Одним из таких курсов является «Сметное дело в строительстве». Занятия проходят в вечернее время по очно-заочной программе в течение одного года. Для получения диплома о переподготовке слушатели сдают зачеты и экзамены по предложенным дисциплинам, защищают итоговую квалификационную работу в виде проекта.

Сметный документ содержит в себе всю информацию о стоимости проекта, начиная от расходов на материалы, их транспортировку и заканчивая стоимостью подключения объекта к коммуникациям, а также трудовые затраты. Сюда же включаются такие косвенные работы, как уборка строительного мусора и расходы на озеленение территории, прилегающей к зданию. В курс повышения квалификации «Сметное дело в строительстве» входят знание способов ценообразования в строительной области, умение составлять договоры подряда, а также изучение сметно-нормативной документации и методов составления сметы [6].

Курсы профессиональной подготовки «Сметное дело в строительстве» – это дополнительная квалификация для повышения уровня профессионализма уже на стадии обучения в университете. Так, работодатели охотно принимают на работу инженеров с дополнительной квалификацией сметчика, так как именно инженер в курсе всех новых видов материалов и технологий, знаком с принципами подбора и расчета материалов и оборудования и легко может ориентироваться в мельчайших технических деталях, что облегчает процесс составления сметной документации.

Формирование и развитие рефлексивно-оценочного компонента самостоятельности студентов в исследовании предполагают приобретение обучающимися опыта самооценки. По направлению «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», самооценка слушателей осуществляется в процессе выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) в виде проекта, как итог учебной деятельности в стенах университета и как переход к профессиональной деятельности. Именно выпускная квалификационная работа показывает эффективность самостоятельной деятельности студента, в ходе которой проявляются все качества личности.

Квалификационная работа по направлению «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», выполняется

в виде проекта или исследовательской работы по выбранному направлению, в состав которой входит не только пояснительная записка, но и графическая часть в виде чертежей формата А1.

Выполнение выпускной квалификационной работы по направлению «Теплоснабжение» – это длительный процесс, который включает в себя три этапа: подготовку к выполнению проекта, работу над проектом и защиту проекта или работы. Особое внимание уделялось графической части ВКР, поскольку она является неотъемлемой частью проекта и исследовательской работы в том числе. На чертежах формата А1 отображаются принятые технические решения в виде планов, схем и других документов в графической форме. Например, графическая часть должна состоять из листов общих данных, плана и схемы тепловых сетей реконструируемого квартала, продольного профиля, пьезометрического графика, разделов «Автоматизация» и «Энергосбережение». Графическая часть исследовательской работы значительно отличается от проекта. Если проект предполагает строгое соблюдение принципов построения чертежей согласно стандартам, то в исследовательской работе могут быть представлены результаты творческой деятельности студента в ходе выполнения ВКР, такие как рисунки, диаграммы, таблицы и фотографии.

В традиционной форме защита происходит в очной форме, где перед комиссией студент в течение 7–8 минут докладывает результаты своей деятельности, а затем отвечает на возникшие у комиссии вопросы. В период дистанционного обучения защита выпускной квалификационной работы происходит в режиме онлайн на зарегистрированной платформе Zoom. В связи с удаленностью населенных пунктов Республики Саха (Якутия) студенты представляли Государственной комиссии видеоматериал с презентацией своей работы [7].

В процессе выполнения проекта и защиты ВКР у выпускников развиваются и углубляются коммуникативные навыки, умение адекватно и быстро реагировать на вопросы, находить конструктивные решения поставленных задач, повышается познавательная активность, вырабатываются способность работать в коллективе, самодисциплина и адекватная самооценка выполненной работы.

Заключение

Результаты опытно-экспериментальной работы говорят в целом о положительной динамике изменений, произошедших в уровнях сформированности самостоятельности будущих студентов-бакалавров при обучении специальным дисциплинам. Значительно увеличилось число студентов, находящихся на перспективном уровне сформированности самостоятельности (с 19 % до 43 %), уменьшилось количество студентов, имеющих зависимый (с 65 % до 51 %) и пассивный (с 16 % до 6 %) уровни.

Таким образом, содержание учебного процесса по формированию самостоятельности в процессе изучения специальных дисциплин студентов технического направления повышает интерес к будущей профессиональной деятельности, способствует активации интереса и положительного отношения к самостоятельной деятельности, расширяет и обогащает знания, способствует практическому применению навыков самостоятельной работы, благоприятствует саморазвитию и самообразованию.

Список литературы

1. Агамирзян И.Р., Крук Е.А., Прохорова В.Б. Некоторые современные подходы к инженерному образования // Высшее образование в России. 2017. № 11. С. 43–48.

2. Колодезникова А.Н. Методологические подходы к формированию самостоятельности студентов технических специальностей // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30199 (дата обращения: 08.09.2021).

3. Дорофеева Е.В. Создание комфортного психологического климата в студенческой группе // Вестник Волгоградского государственного педагогического университета. 2012. № 10(74). С. 51–56.

4. Ахметова Ю.А., Кузьмин С.Ю., Мустафина Д.А. Самостоятельность студентов как фактор успешности в будущей профессиональной деятельности // Успехи современного естествознания. 2011. № 8. С. 152–153.

5. Игнатьев В.П., Архангельская Е.И. Учет мнения работодателей при разработке программы бакалавриата // Профессиональное образование и рынок труда. 2019. № 3. С. 53–58.

6. Нагманова К.Г. Алгоритм разработки смет для объектов гражданского строительства, с учетом особенности перехода цен из базисных в текущие // STUDARCTIC-FORUM. 2017. № 5(5). С. 55–64.

7. Барахсанова Е.А., Готовцева О.Г., Сметанина Т.А. Сетевое электронное обучение как актуальная форма подготовки студента к будущей профессиональной деятельности // Образовательный вестник «Сознание». 2021. № 8. С. 4–10.

УДК 37.032:159.923

ОСОБЕННОСТИ АССЕРТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ И САМОРЕАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

[1]Корытченкова Н.И., [2]Будницкая Н.К.

[1]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: nadinavas58@mail.ru;
[2]МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 85», Кемерово, e-mail: nata-budn@yandex.ru

В статье представлено исследование по проблеме ассертивного поведения личности. Цель статьи – исследование ассертивности как личностного свойства и выявление особенностей ассертивности и самореализации личности студентов. Для экспериментальной проверки мы провели эмпирическое исследование особенностей уровня ассертивности с осмысленностью жизни, интернальностью, агрессивностью. Исследование проводилось при помощи следующих методик: тест на ассертивность В. Каппони и Т. Новака, тест смысложизненных ориентаций (СЖО) Д.А. Леонтьева, тест Басса – Дарки для диагностики агрессивности, методика УСК Дж. Роттера. При обработке полученных данных были использованы методы математической статистики: Т-критерий для независимых выборок, коэффициент корреляции Пирсона. Результаты заключаются в описании особенностей ассертивного поведения и самореализации личности. Выявлено, что ассертивное поведение противопоставляется манипулятивному и строится на уважении себя и другого, что может гарантировать выбор честных средств в достижении карьерного олимпа. Ассертивность связана с личностными свойствами и с самореализацией личности, люди с высокой ассертивностью имеют низкую враждебность, менее склонны к реакциям обиды и угрызениям совести, им свойственно наличие ясных целей и интернальный локус контроля в области межличностных отношений.

Ключевые слова: ассертивность, ассертивное поведение, самореализация личности, интернальность, студенты

FEATURES OF ASSERTIVE BEHAVIOR AND SELF-REALIZATION OF THE PERSONALITY OF STUDENTS

[1]Korytchenkova N.I., [2]Budnitskaya N.K.

[1]Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: nadinavas58@mail.ru;
[2]Secondary School N. 85, Kemerovo, e-mail: nata-budn@yandex.ru

The article presents a study on the problem of assertive personality behavior. The purpose of the article is to study assertiveness as a personal property and to identify the characteristics of assertiveness and self-realization of the personality of students. For experimental verification, we conducted an empirical study of the features of the level of assertiveness with the meaningfulness of life, internality, aggressiveness. The research was carried out using the following methods: test for assertiveness by V. Capponi and T. Novaka, test of meaning-in-life orientations (LSS) by D.A. Leontiev, Bass-Darki test for the diagnosis of aggressiveness, J. Rotter's USK method. When processing the data obtained, the methods of mathematical statistics were used: T-test for independent samples, Pearson's correlation coefficient. The results are contained in the description of the features of assertive behavior and self-realization of the individual. It was revealed that assertive behavior is opposed to manipulative behavior and is based on respect for oneself and others, which can guarantee the choice of honest means in achieving a career Olympus. Assertiveness is associated with personality traits and self-realization of the individual; people with high assertiveness have low hostility, are less prone to resentment reactions and remorse, they are characterized by the presence of clear goals and an internal locus of control in the field of interpersonal relationships.

Keywords: assertiveness, assertive behavior, self-realization of personality, internality, students

В последнее время активно разрабатывается модель поведения, получившая название ассертивность – способность человека не зависеть от внешних влияний и оценок, самостоятельно регулировать собственное поведение и отвечать за него, не проявляя агрессивности и не давая другим людям манипулировать собой. Необходимы навыки общения, контроль проявления стрессов и умелый выход из конфликтных ситуаций, налаживание контактов с трудными собеседниками. Нужно научиться взаимодействовать, не поступаясь своим самоуважением, и выстраивать паритетные взаимоотношения.

Методологической основой для изучения данного концепта послужили труды С. Кьеркегора. Он переносит акцент на внутреннюю жизнь человека и выдвигает принцип субъективности. В отечественной психологии такие ученые, как С.Л. Рубинштейн, К.А. Абульханова-Славская, А.В. Брушлинский, Б.С. Братусь, изучали личность как самостоятельный субъект жизнедеятельности. Из современников, занимающихся ассертивностью, можно назвать таких ученых, как С. Бишоп, В. Каппони, Т. Новак, Д. Смит, Дж. Рассел [1]. Вопросами самоактуализации и самореализации занимались зарубежные авторы: А. Маслоу, К. Роджерс, Э. Фромм, Э. Шостром и др. [2]. По мнению Л.А. Коростылевой, самореализация – это не только процесс, но и результат, и достигается только тогда,

когда у человека имеется сильный побудительный мотив личностного роста, и модель самореализации человека может быть представлена следующими этапами: самоопределение и выбор, становление, дальнейший рост и развитие. Основные механизмы самореализации личности – интериоризация, идентификация, рефлексия и экстериоризация [3, 4].

Б.Г. Ананьев включил в понятие субъекта деятельности – созидательный аспект, созидание часто переходит в творчество и способствует саморазвитию человека и обретению им индивидуальности [5]. Интериоризация и идентификация – ранние механизмы самореализации, формируются на этапе созревания предпосылок самореализации. Рефлексия, экстериоризация – поздние, наиболее зрелые механизмы самореализации. В процессе самореализации задействованы мотивационно-смысловые и личностно-ситуационные механизмы, детерминирующие ход самореализации и требующие отдельного рассмотрения.

Ассертивность (от английского «assertive») – понятие, которое на русский язык передают словами настойчивость, напористость, самоуверенность; а также значение этого понятия можно передать словосочетанием уверенность в себе [6].

«…Понятие "уверенность в себе" – от английского "confidence"» – происходит от латинского слова "confidere", что означает "доверие". Речь идет о вере в себя, вере в то, что вы обладаете достаточным потенциалом, чтобы конструктивно взаимодействовать и решать вопросы с другими. Ассертивное поведение – способ действий, при котором человек активно и последовательно отстаивает свои интересы, открыто заявляет о своих целях и намерениях, уважая при этом интересы окружающих…» [7].

Ассертивность строится на ряде принципов и правил, к которым относятся: адекватная самооценка, эмоциональная устойчивость, выстраивание взаимоотношений на основе своих прав и ценностей, а также уважительное отношение к правам и ценностям других людей, интернальный локус контроля, самодетерминация, наличие ясных целей жизни, расчёт на собственные силы, регуляция личностного поведения [8].

Ключевыми показателями в ассертивности, на наш взгляд, являются интернальный локус контроля, воплощение в жизнь намеченных целей. Для экспериментальной проверки мы провели эмпирическое исследование особенностей уровня ассертивности с осмысленностью жизни, интернальностью, агрессивностью.

Проблема нашего исследования заключалась в сложившемся противоречии между значением ассертивности для развития личности студентов и слабой изученностью её особенностей. Целью статьи является исследование ассертивности как личностного свойства и выявление особенностей ассертивности и самореализации личности студентов.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Кемеровского государственного профессионально-педагогического колледжа среди студентов очного отделения. В исследовании приняли участие 50 человек 18–20 лет, обучающиеся на социально-правовом факультете по специальности «Социальный педагог».

Для выявления уровня ассертивности был использован тест на ассертивность В. Каппони и Т. Новака. Для исследования осмысленности и наличия целей в жизни был применён тест смысложизненных ориентаций (СЖО) Д.А. Леонтьева, для исследования агрессивности был использован тест Басса – Дарки, для выявления уровня интернальности была использована методика УСК Дж. Роттера. При обработке полученных данных были использованы методы математической статистики: Т-критерий для независимых выборок, коэффициент корреляции Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования теста на ассертивность были получены следующие данные: из 50 респондентов 27 показали низкий уровень ассертивности, 23 – высокий уровень ассертивности, т.е. большая часть выборки имеет низкий уровень ассертивности. После чего мы разделили выборку на две группы: первую группу составили респонденты с низкой ассертивностью (обозначим как группа 1), вторую группу составили лица с высокой ассертивностью (обозначим как группа 2). Для выявления взаимосвязи ассертивности со шкалами других методик нами были использованы методы математической статистики Т-критерий для независимых выборок, коэффициент корреляции Пирсона. По результатам исследования в группах с разным уровнем ассертивности по тесту Басса – Дарки были выявлены статистически значимые различия по следующим признакам: раздражение, обида, подозрительность, чувство вины (табл. 1).

Таблица 1

Усредненные показатели испытуемых первой и второй групп по тесту Басса – Дарки

шкалы	Средн. показ. по гр. 1	Средн. показ. по гр. 2	Уровень достоверности, p
Физ. агрессия	5,93	4,91	1,57
Косв. агрессия	4,04	4,22	0,736
Раздражение	6,93	5,48	0,041
Негативизм	2,67	2,26	0,313
Обида	4,81	2,91	0,002
Подозрительность	5,41	4,00	0,034
Верб. агрессия	8,63	8,17	0,478
Чувство вины	6,56	5,48	0,042

Наиболее сильные различия между двумя группами были выявлены по шкале «Обида» (на уровне значимости p = 0,001). Среднее значение по этой шкале в группе с низким уровнем ассертивности (4,81) почти в два раза больше, чем в группе с высоким уровнем ассертивности (2,91). Это означает, что студентам с низким уровнем ассертивности более свойственно реагировать обидой в различных жизненных ситуациях, а студентам с высокой ассертивностью менее свойственно это чувство. Группы отличаются также по уровню подозрительности (p = 0,034), в группе с низким уровнем ассертивности среднее значение по шкале подозрительности составляет 5,41 балла, среднее во второй группе 4,00. Это означает, что большую подозрительность проявляет группа с низкой ассертивностью.

Итак, у нас получились статистически значимые показатели между группами по двум шкалам: по шкале (обида) и по шкале (подозрительность), это по методике Басса – Дарки составляет индекс враждебности. Значит, группа с более низкими показателями по уровню ассертивности более склонна к враждебности.

Статистически значимые различия обнаруживаются по шкале «Чувство вины» (p = 0,042). Если среднее значение по этой шкале в первой группе, группе с низким уровнем ассертивности, составляет 6,56, то в группе с высоким уровнем ассертивности – 5,48. Таким образом, группа с низкой ассертивностью больше подвержена угрызениям совести и больше страдает от чувства вины.

Групповые различия, являющиеся статистически значимыми, были обнаружены по шкале «Раздражение» в группе с низким уровнем ассертивности среднее значение по шкале составляет 6,93 балла, в группе с высоким уровнем ассертивности – 5,48, то есть группа с низкой ассертивностью более склонна к проявлению негативных чувств при малейшем возбуждении. Статистически значимых различий по другим шкалам в этих группах выявлено не было.

По результатам исследования в группах с разным уровнем ассертивности по методике УСК были выявлены статистически значимые различия по шкале «Межличностные отношения», уровень достоверности p = 0,047 (табл. 2).

В группе с низким уровнем ассертивности среднее значение по шкале «Межличностные отношения» составляет 5,05 балла, среднее во второй группе 4,23. Это значит, что испытуемые с высокой ассертивностью достоверно чаще имеют интернальный локус контроля в области межличностных отношений. Что свидетельствует о том, что они в силах контролировать свои формальные и неформальные отношения с другими людьми, вызывать к себе уважение и симпатию. Итак, в группах с разным уровнем ассертивности были выявлены статистически значимые различия по шкале: «Межличностные отношения».

По результатам исследования первой и второй групп по методике СЖО были выявлены статистически значимые различия по шкале «Цели в жизни» p = 0,028 (на уровне значимости p = 0,005) по средним показателям у группы 1 (37,62), у группы 2 (40,47), (табл. 3). Это означает наличие чётких жизненных целей у лиц с более высокой ассертивностью.

Анализ результатов данных, обработанных с помощью коэффициента корреляции Пирсона, показывает характер взаимосвязи признаков. Таким образом, это не противоречит логике исследования, уточняет выявленные ранее результаты по групповым различиям. В этом случае нельзя делать выводы о причинно-следственных связях между исследуемыми явлениями, но возможно интерпретировать характер взаимосвязи между ними. Коэффициент корреляции отражает степень связи между изменчивостью случайной величины вне зависимости от абсолютной величины этой изменчивости и от того среднего уровня переменной величины, на котором изменчивость проявляется.

Таблица 2

Усредненные показатели испытуемых первой и второй групп по методике УСК

шкалы	Средн. показ. по гр. 1	Средн. показ. по гр. 2	Уровень достоверности p
Общая интернальность	28,07	29,48	0,623
Область достижений	12,11	12,35	0,718
Область неудач	4,78	3,04	0,387
Семейные отношения	3,67	2,70	0,661
Произв. отношения	7,81	9,17	0,491
Межличн. отношения	5,05	4,23	0,047
Здоровье	2,93	2,17	0,435

Таблица 3

Усредненные показатели испытуемых первой и второй групп по методике СЖО

шкалы	Средн. показ. по гр. 1	Средн. показ. по гр. 2	Уровень достоверности, p
Цели в жизни	37,62	40,47	0,028
Процесс жизни	32,69	34,42	0,249
Результативность жизни	26,89	28,43	0,226
Локус контроля – я	27,26	28,91	0,224
Локус контроля – жизнь	32,11	32,96	0,587
Общий пок. осмыслен. жизни	107,37	113,22	0,159

На высоком уровне значимости, p = 0,01, выявлен коэффициент корреляции p = – 0,428 обиды и ассертивности. Это означает, что между уровнем ассертивности и склонностью к обиде существует обратная зависимость, то есть чем выше уровень ассертивности, тем индивид менее склонен проявлять чувство обиды. И, соответственно, чем менее индивид склонен проявлять чувство обиды, тем выше у него может быть выражен уровень ассертивности. На уровне значимости p = 0,05 выявлены коэффициенты двусторонней корреляции ассертивности и раздражения, p = – 0,290. То есть реакция раздражения находится на противоположном полюсе высокого уровня ассертивности, и чем более индивид проявляет чувство раздражения, тем менее в нём выражена ассертивность. И при более выраженной ассертивности уменьшаются показатели раздражения. Такие же результаты были получены между ассертивностью и подозрительностью p = -0,300, при этом имеется обратная корреляция, т.е с повышением уровня ассертивности понижаются показатели по шкале «Подозрительность». Ассертивность имеет отрицательную корреляцию с показателями по шкале «Совесть» p = – 0,289. Это означает, что испытуемые с более высокими показателями ассертивности менее склонны к чувству угрызения совести.

По шкалам интернальности методики УСК положительную корреляцию с ассертивностью показала шкала «Межличностные отношения» p = 0,047, это значит, что испытуемым с высокой ассертивностью свойственно брать на себя ответственность за свои отношения с близкими и с друзьями.

По шкалам осмысленности жизни методики СЖО положительную корреляцию с ассертивностью показала шкала «Цели в жизни» p = 0,029 это значит, что высокая ассертивность предполагает наличие ясных целей в жизни.

Таким образом, можно сделать вывод о наличии обратной взаимосвязи между ассертивностью и обидой, ассертивностью и раздражением, ассертивностью и подозрительностью, ассертивностью и совестью. То есть увеличение значения по одной из этих величин ведет к уменьшению уровня ассертивности, и наоборот. И прямую зависимость между ассертивностью и интернальностью в межличностных отношениях и наличием ясных целей в жизни, то есть увеличение значения по одной из этих величин ведет к увеличению уровня ассертивности, и наоборот.

Анализируя данные, полученные в ходе проведения исследования, можно сделать следующие выводы: с помощью коэффициента корреляции Пирсона обнаружена положительная корреляция. Это значит, что чем выше уровень ассертивности, тем выше интернальность в области межличностных отношений. Наибольшее количество корреляций высокой ассертивности было обнаружено со шкалами методики Басса – Дарки.

Наиболее высокий уровень корреляции (отрицательной) был показан между шкалой «Обида» и ассертивностью. Такая же корреляция была обнаружена и со шкалами:

«Совесть», «Раздражение», «Подозрительность», то есть чем выше у испытуемого развита ассертивность, тем менее для него свойственны подозрительность, обидчивость, раздражительность и мучительные угрызения совести. А так как шкалы «Подозрительность» и «Обида» составляют враждебность, то при высокой ассертивности не наблюдается враждебности.

По шкалам методики СЖО между исследуемыми группами статистически значимые различия были найдены со шкалой «Цели в жизни» $p = 0,29$, что означает наличие положительной корреляции с ассертивностью.

По шкалам методики УСК между исследуемыми группами статистически значимые различия были найдены со шкалой «Межличностные отношения», $p = 0,047$, что означает наличие положительной корреляции с ассертивностью.

Заключение

Таким образом, условием выбора эффективной стратегии самореализации является устойчивый баланс, гармония блоков «хочу», «могу» и «надо». Такой баланс самореализации позволяет проявить ассертивность, которую можно рассматривать как предпосылку самореализации личности. Одним из важных критериев ассертивного поведения является умение слушать и умение задавать вопросы, что соответственно приводит к конструктивному взаимодействию. При этом ассертивное поведение противопоставляется манипулятивному и строится на уважении себя и другого, что может гарантировать нам выбор честных средств в достижении карьерного олимпа. Таким образом, самореализация связана с осуществлением своих потенциальных возможностей, жизненных планов и задач, что придаёт оптимистическое настроение, уверенность в себе и создаёт ощущение правильности осуществляемой деятельности.

Выявлено, что ассертивность связана с личностными свойствами и с самореализацией личности, люди с высокой ассертивностью имеют низкую враждебность, менее склонны к реакциям обиды и угрызениям совести, им свойственно наличие ясных целей и интернальный локус контроля в области межличностных отношений.

Список литературы

1. Рассел Дж. Ассертивность. М.: VSD, 2013. 701 с.

2. Маслоу А. Самоактуализация // Психология личности. М.: Просвещение, 1982. С. 108–118.

3. Будницкая Н.К., Корытченкова Н.И., Кувшинова Т.И., Кувшинов Ю.А. Роль среды в социализации кадетов школы-интерната полиции // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=25278 (дата обращения: 30.08.2021).

4. Коростылева Л.А. Психология самореализации личности: основные сферы жизнедеятельности: автореф. дис. ... докт. психол. наук. Санкт-Петербург, 2001. 39 с.

5. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. СПб.: Питер, 2016. 282 с.

6. Хэдфилд С., Хэссон Дж. Обрести уверенность в себе. Что означает быть ассертивным. М.: Pretext, 2011. 776 с.

7. Хохлов А.А., Портнова А.Г. Ассертивный человек. Восхождение к себе. Очерки по психологии пассивного, агрессивного и ассертивного поведения. Екатеринбург: Издательство «Издательские решения», 2019. 334 с.

8. Пикулева О.В. Социальные и психологические факторы в выборе ассертивных тактик самопрезентации личности студенческой молодежью // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2014. № 1. С. 33–46.

УДК 372.881.111.1:373.5

ПРОБЛЕМЫ, С КОТОРЫМИ СТАЛКИВАЮТСЯ УЧИТЕЛЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В СРЕДНИХ ШКОЛАХ

Меирбеков А.К., Бегайдарова А.Е.

Международный Казахско-Турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Яссави, Туркестан, e-mail: ph-doctor@mail.ru, akmaral.begaidarova@ayu.edu.kz

В статье рассматриваются препятствия, с которыми сталкиваются учителя английского языка при обучении языку. В сегодняшнюю эпоху стремительного развития образовательной науки, в целях постепенной реализации политики Президента «Трёхъязычия» в средних школах Казахстана, преподавание английского языка ведется с первого класса. В связи с этим учителя-предметники сталкиваются с различными трудностями при обучении английскому языку школьников в Казахстане. В частности, у учащихся ограниченный словарный запас по английскому языку, поздняя адаптация к фонетически правильному произношению звуков языка, неспособность правильно различать грамматические особенности казахского и английского языков. В ходе исследования мы использовали методы описания, наблюдения, анализа. Читая труды мировых исследователей, сравнивая методы, используемые в обучении английскому языку в нашей стране, мы предлагаем несколько способов преодоления барьеров в обучении английскому языку с помощью сравнительных исследований. Также, основываясь на анализе отечественных и зарубежных ученых, мы обнаружили следующие препятствия для преподавания английского языка с помощью сравнительного метода. Это застенчивость ученика, нехватка времени, учебники со сложными заданиями и т.д. Было установлено, что такие проблемы оказывают негативное влияние на овладение английским языком учащихся. При решении этих проблем было обнаружено, что барьеры устраняются, если использовать привлекательные, эффективные новые технологии в обучении иностранному языку. Результаты этого исследования окажут большую помощь учителям английского языка во всех средних школах. Кроме того, использование предлагаемых барьеров для преподавания английского языка в этом исследовании поможет учащимся лучше овладеть английским языком.

Ключевые слова: преподавание, английский язык, Казахстан, методы, лексика, навыки, средняя школа

CHALLENGES TEACHERS FACE WITHIN TEACHING ENGLISH IN SECONDARY SCHOOLS

Meirbekov A.K., Begaidarova A.E.

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, e-mail: ph-doctor@mail.ru, akmaral.begaidarova@ayu.edu.kz

This article discusses the obstacles that English teachers face in teaching language. In today's era of rapid development of educational science, in order to gradually implement the policy of the President «Triple language» in the country, the teaching of English is taught from the first grade of school. In this regard, subject teachers face various difficulties in teaching English to schoolchildren in Kazakhstan. In particular, students have a limited vocabulary in English, late adaptation to the phonetically correct pronunciation of language sounds, inability to correctly distinguish the grammatical features of the Kazakh and English languages.In this research, we used the methods of description, observation, analysis. Reading the writings of world researchers, comparing the methods used in teaching English in our country, we suggest several ways to overcome the barriers to teaching English through comparative research. Also, based on the analysis of native and foreign scientists, we found the following barriers to teaching English through the comparative method. These are shyness of the student, lack of time, textbooks with complex tasks, etc. It was found that such issues have a negative impact on the student's English language skills. In solving these problems, it was found that barriers are removed when the descriptive method finds its way into the heart of the student, using engaging, effective new technologies in foreign language teaching. The results of this research will be of great help to English teachers in all secondary schools. In addition, the use of the proposed barriers to English language teaching in this study will help students to become more proficient in English.

Keywords: teaching, English, Kazakhstan, methods, vocabulary, skills, secondary school

В любое время, в любом возрасте великой целью человечества является воспитание сознательного, образованного поколения. Что касается Казахстана в новом столетии, то его сегодняшнее общество является многонациональным, многоязычным и многокультурным. Поэтому одним из наиболее актуальных вопросов является формирование мультикультурной личности с многоязычными знаниями, адаптированной к такому многоязычному обществу. Первый президент страны Нурсултан Абишевич Назарбаев предложил, чтобы «мы продолжали покорять мировые высоты, не отклоняясь от этого курса», отметив, что новое поколение должно знать не менее трех языков и свободно владеть казахским, русским и английским языками.

В послании главы государства говорится, что необходимо достичь уровня, который позволит учащимся любой средней школы изучать английский язык на самом высоком уровне. В целом в учебных заведениях особое внимание уделяется изучению

иностранного языка. Более того, для этого необходимо ознакомиться с практикой зарубежных ученых в методиках преподавания языка.

При написании исследовательской работы мы рассмотрели работы таких зарубежных исследователей, как Сонгбатумис А.М. (2017), М. Абрар (2016), Пирматова Ш.А. (2020), Ташбаева Ф.Б., Абдулматова З.А., Даврон Тургунов (2018). В то же время невозможно говорить об истинной конкурентоспособности нации без свободного владения английским языком, поскольку английский язык в настоящее время является языком успешной интеграции с мировой ареной. Сегодня главным требованием является обеспечение того, чтобы учащиеся изучали казахский язык в полном объеме в литературном плане, свободно владели русским и английским языками. По мнению индонезийского молодого ученого преподавателя английского языка Mumary Songbatumis, в раннем возрасте ребенок легко и свободно овладевает языком. В то же время внимание Министерства образования и науки к преподаванию английского языка в раннем возрасте является правильным требованием. Это происходит потому, что фундамент знаний, который обучающийся усваивает в раннем возрасте, будет прочным и мощным. Учитель, который в совершенстве освоил методы преподавания языка, несмотря на сложности, с легкостью преодолевает препятствия. В настоящее время преподаватели английского языка используют лучшие мировые практики, новые технологии и методы в преподавании языков для повышения качества преподавания английского языка [1, с. 54].

Согласно рассуждениям Dr. Sokip, способность к изучению второго языка зависит от различных факторов. Этими факторами являются слабый слух, слабое зрение, слабая память, нарушение речи, психические расстройства, меньшая способность ладить с друзьями, а также конкретные индивидуальные или социальные проблемы [2, с. 724].

Целью исследования является определение трудностей при обучении иностранному языку. Изучать поведение и способность, возраст и психологический климат каждого обучающегося. Выяснить, что мешает ребенку эффективно изучать иностранный язык.

Главная цель исследования – улучшение речевых умений и навыков, разработка пути эффективного усвоения английского языка. Цель исследования предполагает решение следующих задач:

1. Провести теоретический анализ публикаций по проблеме изучения английского языка.

2. Выявление барьеров, с которыми сталкивается преподаватель английского языка, и рассмотрение эффективных путей устранения барьеров.

Материалы и методы исследования

В этом исследовании мы использовали методы описания, наблюдения и анализа. Читая труды мировых исследователей, сравнивая методы, используемые в обучении английскому языку в нашей стране, мы предлагаем несколько способов преодоления барьеров в обучении английскому языку с помощью сравнительных исследований. Преподавание языка является одним из самых востребованных профессий. Имея соответствующее образование и опыт работы, преподаватель получает возможность проявить свои педагогические навыки, погрузиться в захватывающую культуру, познакомиться с новыми людьми со всего мира и отправиться в страны, которые вы никогда не посещали. Как и в любой преподавательской работе, преподавание английского языка как второго языка не обходится без проблем [3]. Мы полностью согласны с этим мнением; английский язык ведет любого учащегося в прекрасный мир и имеет много преимуществ для самосовершенствования, знакомства с ценностями другой страны. Существует много трудностей в обучении английскому языку, который стал мировым языком. Тем не менее любой учитель, который находит ключ к этим проблемам, думает о наилучших способах изучения иностранного языка и может устранить любые препятствия, используя эффективные, передовые технологии.

Ученый из Европы Liton (2016) в своем исследовании отметил, что как учителя, так и учащиеся сталкиваются с проблемами в усвоении английского языка. Проблемы учителей и учащихся заключаются в плохом знании английского языка. Учащиеся сталкиваются с проблемами, связанными с отсутствием мотивации в изучении английского языка [4, с. 93].

Преподавание английского языка на уровне средней школы, естественно, сильно отличается от преподавания языка на специальных и высших уровнях образования, таких как колледж или университет. Разница может заключаться в многочисленных компонентах обучения, включая учебную программу, учебную среду, учащихся и преподавание или предоставление контента [5, с. 81]. Поскольку учебные материалы просты в начальной школе, многие люди могут подумать, что содержание этого образования более доступно для освоения детьми. Однако преподавание английского

языка детям младшего школьного возраста сопряжено с трудностями, поскольку учащиеся начальной школы – это маленькие дети, которые еще не научились брать на себя ответственность за свои задачи по сравнению со старшеклассниками и студентами колледжей и университетов.

Преподавание иностранного языка в школе требует высокого уровня профессионального мастерства, любви к детям, а также усилий и умения преподносить материал так, чтобы учащиеся успешно его усвоили и проявили интерес к предмету. Этого, конечно, можно достичь, приложив определенные усилия, и, как показывает практика, успех зависит не столько от опыта, сколько от энтузиазма, энергии и интереса учителя [6, с. 62]. Мы хотели бы отметить, что препятствия, возникающие в процессе преподавания английского языка, можно объяснить тем, что учащиеся не уделяют полного внимания материалу урока, быстро устают во время урока, теряют концентрацию на уроке и в большинстве случаев не проявляют интереса к объясненному уроку.

Обнаруженные проблемы различны в зависимости от того, как они связаны с учащимися, преподавателями и процессом обучения. Со стороны учащихся результаты исследования показали, что проблемы в обучении английскому языку также возникают у самих учащихся. Эти проблемы заключаются в недостаточном овладении учащимися словарным запасом, низкой концентрации внимания, отсутствии поддержки родителей, отсутствии дисциплины и проблемах с речью [1, с. 55]. Мы хотим добавить к этому мнению, что увеличение числа преподавателей английского языка из года в год не помогает устранить барьеры на пути эффективного изучения учащимися английского языка. Такие препятствия можно предотвратить только с помощью творческих исследований и использования новых технологий.

При преподавании английского языка мы, учителя иностранных языков, сталкиваемся с рядом трудностей. Неоправданно разработанные учебники, которые, с одной стороны, затрагивают одни и те же темы, но, с другой стороны, слишком перегружены грамматикой, которая не объясняется на должном уровне, перегружены ненужной для детей лексикой, задания слишком сложны, а тексты написаны далеко не современным языком, адаптированным для детей, представляют лишь незначительную трудность [7, с. 371]. Согласно этой точке зрения, язык школьных учебников действительно тяжелый. Учащимся было бы полезно получить качественное образование, если бы в учебниках разработали задачи, которые были бы понятными, простыми и отвечали их интересам. Причина этого заключается в следующем: чтобы охватить все учебные материалы в учебной программе, учитель может потерять интерес учащихся к английскому языку, заставляя учащихся выполнять сложные, трудные языковые задания.

Результаты исследования и их обсуждение

«Есть предел человеческой жизни, но нет предела знаниям», – сказал первый президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев. Президент отметил, что, поскольку английский – это язык прогресса и технологий, мы должны его выучить. Кроме того, в средних школах страны внедряется новая система образования, основной целью которой является привнесение знаний в мировое образовательное пространство. На сегодняшний день на английском языке внедрены новые информационные технологии. Очень эффективно использовать его как средство повышения интереса к языку. В настоящее время в школе используются новые технологии обучения. Поскольку содержание образования и его требования меняются, практически невозможно добиться повышения качества образования без такого требования. Поэтому необходимо внедрять инновации, то есть повышать активность школьников на основе инновационной системы, уверенность в себе, развитие познавательного творчества, определять качества их деятельности – уверенность в методах диагностики, учить их свободно выражать себя на уроке и вне класса. Это помогает определить нормы, признаки, показатели инновационного поведения. Согласно Баланскату, Бламире и Кефале (2006), большинство исследований подтверждают, что использование ИКТ в образовании помогает учащимся играть активную роль в процессе обучения вместо того, чтобы быть традиционными пассивными учащимися [6, с. 59].

Отсутствие мотивации у учащихся может быть вызвано отсутствием поддержки их родителей. Mumary Songbatumis подробно рассказала о своем опыте, когда она однажды поймала ученика, который не принес в школу никаких книг из-за забывчивости. В отличие от этого, другие ученики намеренно оставили свои книги на столе в классе. Mumary Songbatumis считает, что таких вещей не произошло бы, если бы родители учащихся контролировали обучение своих детей дома [1, с. 65]. К сожалению, у нас в стране тоже есть такого рода проблемы.

Здесь мы хотели бы отметить, что проблемы учителей при обучении английскому языку учащихся тесно связаны с обязанностями родителей.

Самые большие проблемы заключаются в том, чтобы обучать класс с помощью книг. Многие учителя не понимают, как эффективно использовать новые учебники. Учителя не понимают основополагающих принципов учебников и используют традиционные способы [8, с. 64]. Это напрямую связано с общей письменной и устной речью в формировании навыков чтения у школьников. Обучение иностранному языку основано на функциональной системе. Поэтому важно учитывать условия использования языка, преподаваемого в окружающей среде. Для изучения иностранного языка необходимо использовать самые инновационные способы и традиционные учебные пособия.

В основе навыков учителя лежит уровень словарного запаса, а точнее, уровень словарного запаса и культуры речи, которые нам необходимы для организации наших мыслей. Для этого учитель должен сначала преподавать на языке, которым он свободно владеет. Второе условие заключается в том, что обучение 6–7-классников должно вестись на понятном языке. Поэтому мы всегда должны руководствоваться тем, что обучение на понятном языке – это принцип профессионального развития.

Интерес к инновациям – это основное внутреннее стремление. Учащихся интересует что-то новое и неизвестное. Такие занятия мобилизуют весь ум, внутренние силы и энергию ученика. Поэтому интерес является важным фактором в образовании как хорошо образованных, так и хорошо развитых людей. «Дает ли знание, полученное путем непроизвольного убеждения и принуждения, начало развитому уму?» – говорят ученые. Поэтому обучение должно находиться в состоянии фундаментального добровольного интереса. В связи с этим учителя английского языка используют лучшие мировые практики и новые технологические методы в обучении языку для повышения качества преподавания английского языка.

Основная идея рассматриваемой статьи состоит в том, чтобы позволить учащимся развиваться в определенном направлении как целостной системе, целью которой являются обучение этим технологическим методам; личностно ориентированное образование; от объяснения – к пониманию; от монолога к диалогу; от социального контроля – к развитию; направлено на переход от управления к самоуправлению.

И главной задачей преподавателя является общение, открывающее путь для взаимодействия учащихся, дающее им творческую свободу. Поэтому основной целью является использование новых информационных технологий в образовании в стране. Это технический инструмент, новые информационно-коммуникационные технологии и новая система методов обучения в системе образования. В своем «Послании народу Казахстана» президент отметил, что для удовлетворения потребностей информационного общества в XXI веке в образовании необходимо решать следующие задачи: повышение качества образования за счет эффективного использования компьютеров, Интернета, телекоммуникаций, электроники и мультимедийных электронных учебников.

Одним из основных материалов по английскому языку, которые изучают школьники, является список слов с их словарями значений, известными как словарь (Brown and Hatch, 1995). Обучение словарному запасу может проявляться в изучении простых предметов, таких как предметы вокруг нас, названия фруктов, животных, спорт, игра и дача инструкций. Это может быть нелегко, потому что большинство учащихся изучают английский язык впервые [1, с. 56]. Действительно, как говорят Brown и Hatch, при изучении любого иностранного языка, прежде всего, важно иметь достаточный словарный запас. Это непростая задача – повысить уровень учащегося, который впервые изучает английский язык и свободно говорит на иностранном языке.

Что касается материала обучения, Scott и Ytreberg (1990), как цитируется в Arikan (2011), сформулировали в своей книге «Введение в преподавание английского языка младшим школьникам», что: 1) деятельность молодых учащихся должна включать в себя содержание с движениями тела и чувствами, 2) учащиеся должны экспериментировать с языком, который они изучают, соблюдая его, а не получая правила грамматики, 3) взаимодействие в классе должно способствовать взаимодействию, а не конкуренции, 4) каждый компонент планирования, преподавания и оценки в классе должен быть разнообразным. Эти формулировки были основаны на различиях в изучении английского языка среди молодежи и взрослых [9, с. 97]. Если мы сосредоточимся на проблеме, обсуждаемой в первом абзаце, в большинстве случаев можно эффективно обучать языку поток учащихся начальной школы с помощью заданий, связанных с движениями тела. Это связано с тем, что учащиеся начальной

школы часто очень энергичны. Благодаря играм, музыке и мультимедиа учащиеся становятся более заинтересованными и изучают английский язык с высоким уровнем энтузиазма. Мы хотим отметить, что было бы эффективнее и лучше обучать школьников английскому языку, опираясь на опыт общения. Организовать работу с целью повысить интерес к обучению учащихся низкой успеваемостью можно, проводя в классе групповую и парную работу.Что касается четвертой точки зрения, то при планировании урока учителю необходимо изменять каждый урок и планировать его в соответствии с интересами и потребностями учащегося, а не односторонним образом, чтобы устранить барьеры для преподавания английского языка. Это также может повысить мотивацию учащегося к изучению английского языка с помощью различных методов оценки [10, с. 31].

В этом исследовании мы попытались найти ответы на следующие вопросы:

– С какими препятствиями сталкиваются учителя в классе при обучении иностранному языку?

– С какими препятствиями сталкиваются учителя вне класса при обучении иностранному языку?

– С какими препятствиями сталкиваются учащиеся при изучении иностранного языка?

Мы провели онлайн-анкетирование, чтобы узнать мнение учителей о том, с какими проблемами они сталкивались при обучении английскому языку как иностранному. В анкетировании приняли участие 40 учителей английского языка. Использование новых информационных технологий в классе может повысить интерес учащихся к английскому языку и помочь устранить языковые барьеры. Учителям были даны вопросы о методике преподавания, направленные на развитие навыков чтения, правописания, разговорной речи, и аудирования. Как мы знаем, большая проблема, с которой сталкиваются учащиеся, изучающие язык, – это навыки говорения. Нелегко сформировать навыки владения английским языком. В разделе, посвященном препятствиям, с которыми сталкиваются учителя вне класса, мы попытались определить трудности учителей. Мы подсчитали некоторые трудности, с которыми учащиеся сталкивались во внеклассной среде. Это: отсутствие интерактивных досок, учебников по предметам, их несоответствие возрастным особенностям и т.д. В разделе о препятствиях мы хотели выяснить трудности, с которыми учащиеся сталкиваются в классе. В этом же разделе, с помощью тех же вопросов, мы узнали мнение учителей об учащихся: а) основным препятствием для развития речевых навыков у казахстанских школьников является робость; б) посредством использования ИКТ на занятиях необходимо помочь учащимся научиться работать самостоятельно, в зависимости от их физиологических, интеллектуальных и психологических особенностей; в) использование новых технологий на практике открывает новый вид познавательной деятельности учащихся, в результате чего раскрываются новые знания.

Первая часть анкеты показала, что значительные проблемы, с которыми сталкиваются учителя на занятиях, связаны с формированием основ умения учащихся общаться на английском языке в реальной жизни, регулярностью учебных публикаций и установлением надлежащих критериев для целей обучения (рис. 1).

Большинство респондентов (60 %) отмечают, что используют новые информационные технологии на занятиях. Мы можем повысить интерес учащихся к английскому языку и помочь устранить барьеры на пути изучения языка. Практично использовать различные виды работы индивидуально, в парах, группах, классах и т.д.

Рис. 1. Проблемы, с которыми сталкиваются учителя в классе

Также устранение препятствий, возникающих при обучении иностранному языку эффективными методами, зависит от мастерства преподавателя (рис. 1).

Результат второй части анкеты показал: большинство респондентов (53 %) отмечает, что проблемы, с которыми сталкиваются учителя вне класса, заключаются в отсутствии интерактивных досок, учебники по предметам не соответствуют возрастным характеристикам, языковые классы не полностью оборудованы для изучения иностранного языка. В данной части диаграммы учителя выражают свое согласие или несогласие с данными, полученными при анкетирования учащихся (рис. 2).

Результат третьей части анкеты показал: большинство респондентов (60 %) отмечает, что основными проблемами, с которыми сталкиваются учащиеся, являются застенчивость, неуверенность в себе и невыявленность достаточного интереса к теме урока (рис. 3).

Анализируя анкету мы определили следующие барьеры в преподавании английского языка.

Застенчивость. Первое препятствие на пути к изучению иностранного языка – это застенчивость. Учащиеся, которые только начинают изучать иностранный язык, будут бояться: «Я не смогу правильно говорить на этом языке, я не смогу выучить этот язык». По этой причине у учащихся развиваются неуверенность и застенчивость. Например, могут быть некоторые застенчивые ученики, которые, несмотря на выполнение домашних заданий, не чувствуют себя комфортно, разговаривая со своими одноклассниками. Это одно из главных препятствий в том, чтобы учащиеся могли свободно владеть английским языком.

Нехватка времени. Одним из главных препятствий для изучения английского языка является нехватка времени. Независимо от того, насколько хорошо организован и эффективен урок, если ученик не применит то, чему он научился на практике, он быстро забудет то, чему научился во время урока. Поэтому будет правильно иметь достаточно времени для развития у учащегося навыков владения английским языком.

Рис. 2. Проблемы, с которыми сталкиваются учителя за пределами класса

Рис. 3. Проблемы, с которыми сталкиваются учащиеся 6–7 классов при изучении иностранного языка

Недостаточность учебника. Недостаточно предоставить ученику учебник на уроках английского языка. Также важно предоставить им словари, словари с картинками, дидактические материалы, рабочие листы. Только если учащиеся будут оснащены всеми учебными материалами, у них будет достаточно возможностей быстро и эффективно выучить иностранный язык.

Заключение

В заключение мы хотели бы отметить, что в обучении иностранному языку существует множество препятствий, от технических проблем до стимулирования учащегося. Наше исследование показало, что мотивация необходима для преодоления большинства трудностей в обучении иностранному языку. Кроме того, использование ИКТ в обучении иностранным языкам играет важную роль. Застенчивость ученика, нехватка времени, учебники со сложными заданиями и т.д. – было установлено, что такие проблемы оказывают негативное влияние на уровень овладения английским языком ученика. При решении этих проблем было обнаружено, что барьеры устраняются только когда методы преподавания языка завоевывают интерес учащихся, при использовании эффективных новых технологий в обучении языку. Результаты этого исследования окажут большую помощь учителям английского языка во всех средних школах. Кроме того, использование предлагаемых барьеров для преподавания английского языка в этом исследовании поможет учащимся в будущем лучше владеть английским языком.

В целом, для того чтобы преодолеть препятствия, с которыми сталкиваются учащиеся при преподавании им английского языка, преподаватель должен постоянно совершенствовать свои профессиональные навыки. Более того, как мы убедились в ходе нашего исследования, именно учитель должен преодолеть негативные привычки, присущие любому ученику при изучении языка.

Сегодня, как мы уже упоминали, мы выделили некоторые элементы устранения барьеров, с которыми мы сталкиваемся при обучении иностранному языку. Однако это исследование будет продолжаться и в будущем, полностью устраняя барьеры для преподавания английского языка и демонстрируя эффективную работу. Это связано с тем, что барьеры на пути изучения английского языка являются одной из наиболее актуальных проблем в направлении качественного изучения этого языка. На основании данных, предоставленных в ходе проведенного исследования, стало ясно, что необходимо устранить барьеры в обучении английскому языку, и в ходе такого устранения необходимо интенсивно работать, всегда демонстрируя мастерство преподавателя.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках научного проекта AP08052329.

Список литературы

1. Mumary Songbatumis A. Challenges in Teaching English Faced by English Teachers at MTsN Taliwang, Indonesia. J. Foreign Languange Teach. Learn. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2017. Vol. 2. № 2. P. 54–67.

2. Dr.Sokip. Overcoming the problem of learning foreign language skills in the classroom. Univers. J. Educ. Res. Horizon Research Publishing, 2020. Vol. 8. № 2. P. 723–729.

3. Kanata Research Park. The Challenges of Teaching English as a Second Language. International Teacher Plus. [Electronic resource]. URL: https://www.internationalteachersplus.com/post/the-challenges-of-teaching-english-as-a-second-language (date of access: 11.09.2021).

4. Liton H.A. Harnessing the barriers that impact on students' english language learning (ELL). Int. J. Instr. Eskisehir Osmangazi University. 2016. Vol. 9. № 2. P. 91–106.

5. Pirmatova S. Problems of teaching a foreign language in primary school // Мировая наука. 2020. № 3. P. 80–83.

6. Humanities B.H.Role of ict in the process of efl teaching and learning in an arab context. Humanit. Soc. Sci. Lett. 2021. Vol. 9. № 1. P. 58–71.

7. Ташбаева Ф.Б., Абдулматова З.А., Тургунов Д. Problems of teaching and features of learning English // Молодой ученый. 2018. № 50 (236). С. 371–373. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/236/54891/ (дата обращения: 11.09.2021).

8. Zhetpisbayeva B.A. et al. Problems of English language implementation into primary schools for multilingual education development in the Republic of Kazakhstan. Novosib. State Pedagog. Univ. Bull. Novosibirsk State Pedagogical University Publisher. 2016. Vol. 6, № 4. P. 59–72.

9. Abrar M. Teaching english problems: an analysis of efl primary school teachers in kuala tungkal. Proc. ISIC 2016 Acad. Conf. 2017. № March. P. 94–101.

10. Tazhigulova G.O., Tazhigulova G.O., Assanova D.N., Uteubayeva E.A., Mekezhanova A.B., Tleuzhanova G.K. Conditions of English language teaching to prospective biology teachers in Kazakhstan. Novosib. State Pedagog. Univ. Bull. Novosibirsk State Pedagogical University Publisher. 2018. Vol. 8. № 6. P. 23–40.

УДК 376.37

ВОСПИТАНИЕ ЗДОРОВОГО СТИЛЯ ПОВЕДЕНИЯ КАК УСЛОВИЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ ДОШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Панасенко К.Е., Волошина Л.Н.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: panasenko@bsu.edu.ru, voloshina_l@bsu.edu.ru

Готовность ребенка с ограниченными возможностями здоровья осуществлять здоровый стиль поведения напрямую и в первую очередь зависит от непосредственного социального окружения – семьи и педагогов дошкольной образовательной организации. Родители и педагоги должны создавать условия здорового взросления, передавать культурный опыт, жизненные принципы, беречь ребенка как самостоятельную личность, обеспечивать социальную адаптацию, комфорт и защищенность жизнедеятельности, воспитывать жизнелюбие, жизнестойкость. Тогда появится надежда, что ребенок вырастет здоровым. Цель исследования: выявить знания и представления детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями о здоровье и болезни, уровень готовности осуществлять здоровый стиль поведения. В исследовании приняли участие 135 старших дошкольников, осваивающих адаптированные основные образовательные программы дошкольного образования для детей с тяжелыми нарушениями речи. Методы исследования: теоретические (анализ, обобщение); эмпирические (беседа, проблемно-поисковые игровые ситуации, проективные методики). В ходе теоретического исследования подтверждена важность и необходимость работы по воспитанию здорового стиля поведения как условия социализации дошкольников с ограниченными возможностями здоровья. Анализ результатов экспериментального исследования позволил выявить у 19,8% детей с ограниченными возможностями здоровья отсутствие ценностного отношения к здоровью, недостаточное владение способами укрепления здоровья. 28,4% детей не имеют полных представлений о полезных и вредных для здоровья привычках, демонстрируют недостаточный уровень представлений о здоровье и болезни. У четверти детей наблюдается недостаточная сформированность культурно-гигиенических навыков и навыков самообслуживания, представлений о способах здорового и безопасного поведения. Полученные результаты необходимо учитывать при проектировании содержания адаптивных игровых программ и технологий физического воспитания и развития детей с ограниченными возможностями здоровья, построении эффективного взаимодействия дошкольной образовательной организации с семьями обучающихся, которые, как доказала практика, являются условием их эффективной социализации.

Ключевые слова: воспитание, здоровый стиль поведения, здоровье, здоровый образ жизни, социализация, дошкольный возраст, дети с ограниченными возможностями здоровья

EDUCATION OF A HEALTHY STYLE OF BEHAVIOR AS A CONDITION FOR THE SOCIALIZATION OF PRESCHOOLERS WITH DISABILITIES

Panasenko K.E., Voloshina L.N.

Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: panasenko@bsu.edu.ru, voloshina_l@bsu.edu.ru

The readiness of a child with disabilities to implement a healthy style of behavior directly depends, first of all, on the immediate social environment – the family and teachers of a preschool educational organization. Parents and teachers should create conditions for healthy growing up, transfer cultural experience, life principles, protect the child as an independent person, provide social adaptation, comfort and security of life, foster love of life, resilience. Then there will be hope that the child will grow up healthy. The purpose of the study: to identify the knowledge and ideas of preschool children with disabilities about health and illness, the level of readiness to implement a healthy style of behavior. The study involved 135 senior preschoolers mastering the adapted basic educational programs of preschool education for children with severe speech disorders. Research methods: theoretical (analysis, generalization); empirical (conversation, problem-search game situations, projective techniques). In the course of the theoretical research, the importance and necessity of work on the education of a healthy style of behavior as a condition for the socialization of preschoolers with disabilities is confirmed. The analysis of the results of the experimental study revealed in 19.8% of children with disabilities the lack of a value attitude to health, insufficient knowledge of ways to promote health. 28.4% of children do not have complete ideas about useful and harmful habits for health, demonstrate an insufficient level of ideas about health and illness. A quarter of children have insufficient formation of cultural and hygienic skills and self-service skills, ideas about ways of healthy and safe behavior. The obtained results should be taken into account when designing the content of adaptive game programs and technologies for physical education and development of children with disabilities, building effective interaction of a preschool educational organization with the families of students, which, as practice has proven, are a condition for their effective socialization.

Keywords: education, healthy behavior style, health, healthy lifestyle, socialization, preschool age, children with disabilities

Все проблемы человека, в том числе проблемы здоровья, берут начало в периоде дошкольного детства. Эксперты Всемирной организации здравоохранения неоднократно отмечали, что демографический потенциал страны определяют дети раннего и дошкольного возраста. Соответственно, здоровье растущего человека напрямую зависит от институтов социализации, среди которых важное место занимают семья

и дошкольная образовательная организация [1]. В работах философов, социологов, педагогов и психологов прошлого и настоящего подчеркивается, что здоровье человека – дар природы. Недостаточное внимание общества и самого человека к проблемам здоровья и способам его укрепления является показателем не только низкой культуры, но и социального и духовного инфантилизма [2, 3]. В настоящее время устойчивой является тенденция ухудшения показателей здоровья растущего человека. В условиях ухудшения показателей здоровья, увеличения числа хронических болезней, врожденной и наследственной патологии отмечается рост числа детей с ограниченными возможностями здоровья и жизнедеятельности. Эти факты подтверждены в исследованиях отечественных и зарубежных ученых. По данным Е.К. Мочаловой, показатель здоровья у детей с ограниченными возможностями здоровья и жизнедеятельности ниже, чем у здоровых сверстников. По мнению автора, у них страдают физическое и эмоциональное здоровье [4].

Нарушения психического и физического развития приводят к различным ограничениям жизнедеятельности растущего человека. Достаточно часто регистрируется снижение показателей основных сфер социализации – нарушение способности адекватно вести себя в социуме, снижение коммуникативной активности, эмоциональная неустойчивость, неадекватная самооценка, чувство неполноценности, эгоистические тенденции, низкий уровень сформированности культурно-гигиенических навыков и навыков самообслуживания [5–7]. Кроме того, в ряде исследований доказывается связь между соматическим состоянием и уровнем физического развития ребенка [6]. По данным И.А. Камаева, М.А. Поздняковой, процент гармонично развитых детей среди дошкольников с ограниченными возможностями здоровья значительно ниже, чем среди здоровых (37,4% и 51,9% соответственно) [6]. Доля детей с ограниченными возможностями здоровья с резко дисгармоничным развитием с возрастом достоверно растет: от 29,2% (среди дошкольников) до 34,7% (среди школьников среднего звена). Это подтверждает тезис об ухудшении состояния здоровья детей с ограниченными возможностями здоровья по мере их взросления [8].

В связи с этим в дошкольных организациях идет активный поиск нового содержания и инновационных образовательных технологий, позволяющих сохранять и укреплять физическое и психическое здоровье детей с ограниченными возможностями здоровья и жизнедеятельности в период дошкольного детства. Это позволит дошкольникам социально адаптироваться к существующему в обществе укладу жизни, а в перспективе – к преобразованиям социокультурного контекста [1].

Анализ опыта работы дошкольных образовательных организаций по проблеме исследования позволяет отметить, что здоровье оценивается через категории «индекс здоровья», «отклонения в состоянии здоровья», «число пропущенных дней по болезни» и пр. Однако данный подход недостаточно отражает современное содержание понятия «здоровье», которое рассматривается как состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов (по определению Всемирной организации здравоохранения). Таким образом, понятие «здоровье» предполагает развитие личностного, эмоционального, физического, социального и духовного потенциала здоровья человека. Духовное здоровье растущего человека обеспечивается за счет умения жить в согласии с окружающими людьми, анализировать различные ситуации и прогнозировать их развитие, вести себя в различных условиях с учетом необходимости, возможности и желания [9]. Все вышеизложенное актуализирует проблему воспитания здорового стиля поведения дошкольников. Здоровый стиль поведения мы рассматриваем как индивидуализированный вариант здорового образа жизни, включающий в себя мировоззренческий, поведенческий и деятельностный аспекты [10].

Духовный потенциал здоровья связывается с общечеловеческими истинами, законами бытия, которые представлены в семье и дошкольной организации и влияют на качество среды, которая обеспечивает полноценное развитие личности ребенка. Важно отметить, что знания и представления у дошкольников о здоровье, отношение к здоровью формируются в различных видах деятельности, среди которых двигательная, коммуникативная, познавательно-исследовательская. Целевые ориентиры формирования у детей раннего и дошкольного возраста, в том числе у детей с ограниченными возможностями здоровья, знаний и представлений о здоровье и здоровом образе жизни, определены в тексте Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования, в содержании адаптированных основных образовательных программ дошкольного образования (содержание образовательной области «Физическое развитие») [11].

Целью исследования явилось выявление знаний и представлений детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями о здоровье и болезни, уровня готовности осуществлять здоровый стиль поведения.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе пяти муниципальных дошкольных образовательных организаций г. Белгорода в рамках реализации проекта инновационной площадки РАО «Социализация-индивидуализация дошкольников в условиях вариативной системы физического воспитания» и деятельности научного направления НИУ БелГУ «Физическое воспитание в системе дошкольного, общего и профессионального образования». В нем приняли участие 135 детей 5–6 лет, осваивающих адаптированные основные образовательные программы дошкольного образования детей с тяжелыми нарушениями речи, с задержкой психического развития. В качестве диагностического инструментария выступали следующие задания и методики: «Неоконченные предложения», «Картина моего здоровья» (В.А. Деркунская), «Лото», «Наши привычки» (О.В. Дыбина), проективная методика «Здоровье и болезнь» (О.С. Васильева, Ф.Р. Филатова), «Если хочешь быть здоров», «Хорошо-плохо» (Л.Н. Волошина) [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов экспериментального исследования позволяет нам отметить, что дошкольники с ограниченными возможностями здоровья имеют относительно полные представления о полезных и вредных привычках, обозначают их с помощью вербальных и невербальных средств коммуникации. Данные, полученные по методике «Наши привычки» (О.В. Дыбина), позволили отметить, что 66,7% детей перечисляют (или показывают на картинках) вредные для здоровья привычки. Например, «кушаем немытые овощи и фрукты, пиццу, чипсы, бургеры и пр.». У 21,5% дошкольников с ограниченными возможностями здоровья отсутствуют четкие представления о полезных и вредных для здоровья привычках. Ответы детей носили неполный характер, были нелогичными.

11,8% детей не смогли вычленить полезные и вредные для здоровья привычки. Мы полагаем, что это, с одной стороны, связано с недостаточным уровнем знаний старших дошкольников с ограниченными возможностями здоровья о здоровых привычках и здоровом образе жизни, с другой – с речевым недоразвитием, психической инактивностью, узостью восприятия и представлений об окружающей социальной действительности. А также образцами поведения взрослых, противоречащих нормам здорового стиля жизни.

Результаты, полученные после выполнения детьми с ограниченными возможностями здоровья проективной методики «Здоровье и болезнь», показали, что 26,5% дошкольников имеют высокий уровень сформированности представлений о таких категориях, как «здоровье» и «болезнь». Их сюжеты отражают современную ситуацию – необходимость использования масок и иных средств индивидуальной защиты. Более четверти детей с ограниченными возможностями здоровья (28,5%) имеют неполные представления о здоровье и болезни. В рисунках недостаточно прорисованы детали, отображающие содержание таких категорий, как «здоровье», «болезнь»; сюжет не раскрыт. Около половины детей – 45% – показали недостаточный уровень представлений о здоровье и болезни. Анализ рисунков этих детей позволил отметить отсутствие детализации, сюжета, представленность на рисунке изображения в одном цвете. Это не позволяет оценить отношения детей с ограниченными возможностями к проблемам здоровья. Наблюдается отсутствие дифференциации в изображениях здоровья и болезни, недостаточно проявляется ценностное отношение к здоровому стилю поведения. Некоторые дети изображали болезнь с использованием ярких символов и цветов, объясняя, что болеть хорошо, потому что «мама рядом», «буду дома», «буду смотреть мультики», «меня все любят» и пр. А представленное на рисунках сочетание цветов указывает на подавленное состояние, неудовлетворенность жизненной ситуацией, хроническое напряжение (по М. Люшеру).

Следующим направлением нашего исследования являлось изучение уровня знаний детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями о способах укрепления здоровья и готовности осуществлять здоровый стиль поведения. 36,9% детей на уровне возрастных возможностей самостоятельно решают задачи безопасного поведения в различных жизненных ситуациях. 43,3% дошкольников продемонстрировали знание основных задач укрепления здоровья и здорового, безопасного поведения, но в то же время испытывали затруднения в оказании элементарной помощи, самопомощи. То есть у детей с ограниченными возможностями здоровья первоначальные сведения о способах укрепления здоровья и здоровом стиле поведения не стали регу-

лятором их деятельности. У 19,8% детей выявлен недостаточный уровень представлений о способах здорового и безопасного поведения. Они не выделяют эту деятельность, не дифференцируют ее, затрудняются в выборе средств для решения задач, связанных с укреплением здоровья. Анализ результатов исследования уровня сформированности у детей культурно-гигиенических навыков и навыков самообслуживания показал, что высокий уровень имеют 26,9% детей с ограниченными возможностями здоровья. Дошкольники самостоятельны, демонстрируют знание алгоритма действий по выполнению гигиенических процедур. У 48,1% детей отмечен достаточный уровень сформированности культурно-гигиенических навыков. При выполнении детьми гигиенических навыков и навыков самообслуживания имели место замедленность действий, нарушение алгоритма их выполнения. Недостаточный уровень сформированности культурно-гигиенических навыков и навыков самообслуживания имеют четверть детей с ограниченными возможностями здоровья (25%). У детей слабо проявляется стремление к самообслуживанию, они безынициативны при выполнении культурно-гигиенических процедур, выполняют их только после напоминания взрослых. Они постоянно нуждаются в контроле со стороны взрослого либо в его непосредственном участии.

Половых различий (мальчики и девочки) в показателях знаний и представлений детей о здоровье и болезни, способах укрепления здоровья, в уровне готовности осуществлять здоровый стиль поведения не выявлено. Для статистической обработки данных был использован U-критерий Манна – Уитни ($p > 0,05$).

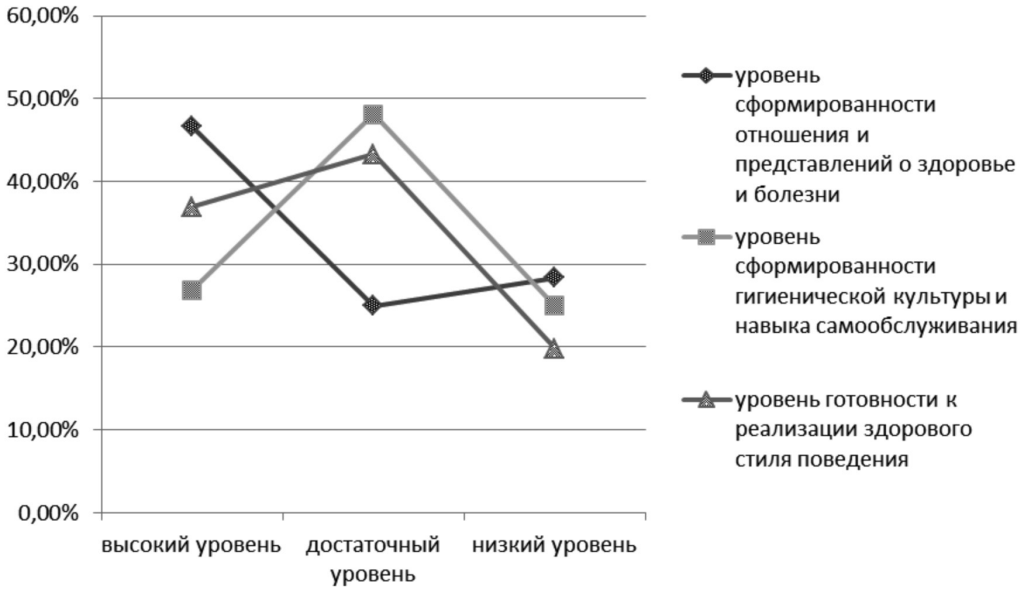
Обобщенные результаты исследования знаний и представлений детей о здоровье и болезни, способах укрепления здоровья, уровня готовности осуществлять здоровый стиль поведения представлены на рисунке.

Анализ полученных результатов свидетельствует о наличии следующих проблем воспитания здорового стиля поведения у детей старшего дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья:

– несмотря на то, что 71,5% детей с ограниченными возможностями имеют допустимый и высокий уровень сформированности отношения и представлений о здоровье и болезни, требует внимания и решения проблема развития субъектной позиции по отношению к собственному здоровью как ценности;

– недостаточный уровень сформированности гигиенической культуры и навыков самообслуживания (у 25% детей) значительно снижает способность управлять факторами, определяющими ключевое влияние на состояние собственного здоровья;

– оценка уровня готовности детей к реализации здорового стиля поведения нацеливает на поиск эффективных инструментов воспитания положительных установок на здоровье и здоровое поведение.



Результаты исследования уровня сформированности знаний и представлений детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями о здоровье и болезни, способах укрепления здоровья, готовности осуществлять здоровый стиль поведения

Все эти проблемы отрицательно сказываются на адаптационном потенциале детей с ограниченными возможностями здоровья, показателях развития личностного, эмоционального, социального, физического и духовного потенциала здоровья детей. Это определяет актуальность поиска новых возможностей взаимодействия педагогов и родителей (законных представителей) в воспитании здорового стиля поведения дошкольников как условия их успешной социализации.

Семья, воспитывающая ребенка с ограниченными возможностями здоровья, обладает потенциальными возможностями создания максимально благоприятных условий для его развития и воспитания (С.Д. Забрамная, И.Ю. Левченко, Е.М. Мастюкова, В.В. Ткачева и др.) [13–15]. Исследователи отмечают, что неблагоприятные условия воспитания, создаваемые психоэмоционально травмированными родителями (законными представителями), родительская неадекватность в принятии ребенка с ограниченными возможностями здоровья, искажение супружеских взаимоотношений, снижение оценки женщины как родительницы и статуса супруга как отца ребенка, недостаточность эмоционально теплых отношений родителей и детей, личностные деформации родителей, смещение и деформация ценностных ориентаций и мотивационных установок родителей (законных представителей) сказываются на общем психическом и физическом развитии и здоровье ребенка.

Результаты опроса родителей, анализ научной и методической литературы позволили нам выделить и обозначить ключевые факторы, оказывающие негативное влияние на полноценное проживание ребенком с ограниченными возможностями в семье и снижающие духовно-нравственный потенциал здоровья подрастающего поколения. Это:

– повышенная тревожность, эмоциональная неустойчивость детей дошкольного возраста, связанные с условиями и особенностями жизнедеятельности значимых взрослых;

– неудовлетворение потребности в теплых аффилиативно-насыщенных отношениях с родителями;

– разрушение института семьи, увеличение количества неполных семей, а также семей, попавших в сложную жизненную ситуацию;

– занятость родителей работой, карьерой, обеспечением материальных благ;

– снижение или отсутствие потребности детей в общении с взрослыми и сверстниками;

– предпочтение общению с взрослыми и сверстниками просмотра телепередач, компьютерных игр и общения с мультипликационными героями [13–15].

Благоприятный психологический климат в семье, наличие эффективных взаимоотношений родителей с детьми играют важную роль не только для полноценного психического и личностного развития, но и для здоровья подрастающего поколения. Атмосфера в семье является для ребенка подсознательно воспринятым образцом устройства мира. Это то, с чем ребенок впервые знакомится, что бессознательно впитывает в себя как уклад и что в дальнейшем предопределяет его жизнедеятельность в социуме и стиль здорового поведения.

Следует отметить, что современное дошкольное образование ориентировано на сотрудничество с семьями обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, сопровождение семьи в вопросах воспитания здорового ребенка, стиля здорового поведения. В экспериментальных дошкольных образовательных организациях, где осуществлялось исследование, много внимания уделяется проблеме оптимизации системы взаимодействия «педагоги – родители – дети», деятельности по воспитанию здорового ребенка с учетом интересов и возможностей семьи и ребенка с ограниченными возможностями здоровья. Для этого широко используется потенциал интерактивных форм взаимодействия с семьями обучающихся, которые, по нашему мнению, максимально способствуют информированию родителей о способах укрепления здоровья ребенка и физкультурно-оздоровительной деятельности в дошкольной образовательной организации. По мнению родителей, наиболее предпочитаемыми формами взаимодействия с педагогами дошкольной образовательной организации по воспитанию здорового стиля поведения у детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья являются совместные проекты, квесты, официальный сайт дошкольной организации, социальные группы в сети Интернет и др.

В организации взаимодействия мы учитываем, что качество и результативность деятельности по формированию знаний и представлений детей о здоровье и здоровом стиле поведения в условиях семьи и дошкольной образовательной организации напрямую зависит от знания, понимания и принятия взрослыми потребности ребенка с ограниченными возможностями здоровья в любви и защите (на втором месте в пирамиде потребностей А. Маслоу). Поэтому абсолютная любовь и принятие родителями

ребенка является необходимым условием, источником не только эмоционального и душевного благополучия ребенка, но и фактором физического здоровья.

Таким образом, одним из основных направлений деятельности педагогов дошкольных образовательных организаций является повышение уровня педагогической компетентности родителей в вопросах не только обеспечения благоприятного психоэмоционального климата в семье, нормализации детско-родительских отношений, но и в формировании знаний и представлений о здоровье, стиле здорового поведения.

В дошкольной образовательной организации для растущего человека также значимо отношение со стороны взрослого-педагога. Происходящие изменения в системе дошкольного образования, его модернизация изменили «портрет» современного воспитателя. Как показали наши исследования, это непосредственно коснулось только уровня образования и квалификации педагогов. Так, например, 62,1% педагогов г. Белгорода и Белгородской области имеют высшее образование, соответствующее профилю профессиональной деятельности; 59,4% педагогов – высшую и первую квалификационные категории. А вот такой объективный показатель, как отношение педагогов дошкольной образовательной организации к обучающимся, имеет не совсем удовлетворительные оценки. Анализ результатов, полученных после проведения проективной методики «Мой детский сад», позволил нам отметить наличие проблем в эмоциональных отношениях между детьми и педагогами. Это выявлено по результатам анализа в 32% рисунков. Более 45% детей с ограниченными возможностями здоровья демонстрируют определенный дефицит в эмоциональном отношении со стороны педагога дошкольной образовательной организации.

Это подтверждает актуальность создания в современных дошкольных организациях атмосферы доверия, оптимизма, открытости, уважения к достоинству детей, недопустимости искусственного ускорения их развития, учета не только возрастных, но и индивидуальных особенностей детей, в том числе особых образовательных потребностей. Мы полагаем, что сегодня необходимо осуществить объективную оценку всех инновационных процессов, происходящих в дошкольном образовании, с позиции их природосообразности и целесообразности, здоровьезатратности для детей и педагогов.

В настоящее время в системе дошкольного образования обеспечивается интересная и содержательная жизнедеятельность для детей с ограниченными возможностями здоровья, однако в полной мере не удается преодолеть учебно-дисциплинарную модель организации образовательного процесса и, соответственно, перейти на реализацию личностно ориентированной модели образования. Мы полагаем, что это связано, с одной стороны, с невозможностью изменения сознания педагогов за столь короткий период, а с другой – с переполненностью групп дошкольных образовательных организаций, реализующих адаптированные основные образовательные программы дошкольного образования.

Выводы

Анализ полученных результатов свидетельствует о наличии специфических проблем воспитания здорового стиля поведения у детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья.

1. У детей с ограниченными возможностями здоровья сформированы первоначальные представления о здоровье и болезни, способах укрепления здоровья и здоровом стиле поведения. Однако отсутствие ценностного отношения к здоровью, недостаточное владение способами укрепления здоровья, отсутствие преемственности во взаимодействии педагогов дошкольных образовательных организаций и родителей (законных представителей) отрицательно отражается на воспитании здорового стиля поведения детей с ограниченными возможностями здоровья, что подтверждается следующими данными: 28,4% детей не имеют полных представлений о полезных и вредных для здоровья привычках, демонстрируют низкий уровень представлений о здоровье и болезни; у 25% детей недостаточный уровень сформированности культурно-гигиенических навыков и навыков самообслуживания; у 19,8% – представлений о способах здорового и безопасного поведения.

2. У дошкольников с ограниченными возможностями здоровья недостаточно сформирована позиция субъекта здоровьесберегающей и здоровьеориентированной деятельности. И основная причина, по нашему мнению, кроется в отношении взрослых к ее формированию, в условиях воспитания ребенка в семье и дошкольной образовательной организации.

3. Готовность ребенка с ограниченными возможностями здоровья осуществлять здоровый стиль поведения напрямую и в первую очередь зависит от его непосредственного социального окружения – семьи и педагогов дошкольной образовательной организации. Благоприятный психологический климат в семье, оптимизация деятельности дошкольной образовательной орга-

низации по воспитанию здорового ребенка с учетом интересов и возможностей детей с ограниченными возможностями здоровья и их родителей, знание и понимание взрослыми базовых потребностей их детей – это то, что в дальнейшем предопределит жизнедеятельность ребенка в социуме, его стиль здорового поведения.

Статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-013-00434 «Моделирование процесса целостной социализации-индивидуализации дошкольников с ограниченными возможностями здоровья в физкультурно-оздоровительной деятельности».

Список литературы

1. Волошина Л.Н., Панасенко К.Е. Генезис физкультурно-оздоровительной деятельности в современном дошкольном образовании // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=21332 (дата обращения: 10.07.2021).

2. Волошина Л.Н., Шинкарева Л.В., Галимская О.Г. Экологическая тропа – пространство здоровья и обогащения двигательного опыта дошкольников // Дошкольное воспитание. 2017. № 10. С. 55–59.

3. Концепт душевного здоровья в человекознании / Отв. ред. О.И. Даниленко. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2014. 271 с.

4. Мочалова Е.К. Медико-социальная характеристика и качество жизни подростков-инвалидов: автореф. дис. … канд. пед. наук. Москва, 2006. 28 с.

5. Thurgate C., Warner H. Living with disability: part 1. Paediatr. Nurs. 2013. Vol. 17. No. 10. P. 37–44.

6. Камаев И.А., Позднякова М.А. Ребенок-инвалид: организация медико-социального обеспечения. Н. Новгород: Издательство НГМА, 2004. С. 304.

7. Anushka B. Paithankar, Shailaja S. Jaywant Evaluating the efficacy of context-focused intervention in improving performance of functional tasks in preschool children with central nervous system dysfunction. International Journal of Contemporary Pediatrics. 2018. Vol. 5. No. 4. P. 1286–1293.

8. Закоркина Н.А. Медико-социальная оценка факторов, влияющих на инвалидность подростков (15–17 лет), проживающих в сельской местности // Евразийский союз ученых. 2016. № 5 (26). С. 21–23.

9. Ананьев В.А. Основы психологии здоровья. Книга 1. Концептуальные основы психологии здоровья. СПб.: Речь, 2006. 384 с.

10. Виленский М.Я. Методологический анализ общего и особенного педагогических категорий «здоровый образ жизни» и «здоровый стиль жизни» // Психолого-педагогическое сопровождение личности в образовании: материалы III Международной научно-практической конференции (Московская область, Одинцово, 21 февраля 2015 г.). М.: Издательство «Перо», 2015. С. 45–53.

11. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 17 октября 2013 г. № 1155 г. Москва «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2013/11/25/doshk-standart-dok.html (дата обращения: 14.07.2021).

12. Березка Т.Г., Волошина Л.Н. Развитие духовно-нравственного потенциала здоровья дошкольников в условиях детского сада и семьи // Дошкольное воспитание. 2012. № 12. С. 4–8.

13. Ткачева В.В. Семья ребенка с ограниченными возможностями здоровья: диагностика и консультирование. М.: Национальный книжный центр, 2014. 114 с.

14. Реан А.А., Баранов А.А., Сунцова А.Н. Ресурсы семьи в социокультурной интеграции ребенка с ограниченными возможностями здоровья // Развитие личности. 2017. № 4. С. 38–56.

15. Мустаева Ф.А., Сизоненко З.Л., Юлдашева О.Н. Социальное самочувствие семьи ребенка с ограниченными физическими возможностями // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Вып. 19. № 9. С. 241–245.

УДК 376.1:373.2

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ МОЛОДЫМ ПЕДАГОГАМ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ОБУЧЕНИЮ ДОШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕЯЗЫКОВЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РАССКАЗУ-ОПИСАНИЮ В БУМАГОПЛАСТИКЕ

Семенова Т.Н.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им И.Я. Яковлева», Чебоксары, e-mail: tatyana900@yandex.ru

Данная статья выполнена в виде методических рекомендаций молодым специалистам, которые занимаются проблемами развития детской речи и коррекции ее нарушений. Изменение природной среды в результате деятельности человека, неправильное питание, цифровизация социокультурного пространства, вредные привычки зачастую обуславливают проблемы становления и развития связной монологической речи. Данное умение является важнейшим фактором достаточной готовности детей к обучению в школе, а оно, как известно, начинает формироваться на основе описательного рассказывания. Рассказ-описание является базой для совершенствования умений составлять повествовательный рассказ, умений рассуждать и аргументировать свою точку зрения, а также сочинять собственную языковую продукцию. Бумагопластика как доступная, интересная и креативная форма детской трудовой деятельности может быть эффективным средством развития описательной связной речи дошкольников 4–5 лет с общим недоразвитием речи. Целью исследования является выявление и экспериментальная апробация коррекционно-педагогических возможностей бумагопластики для развития умений и навыков составления рассказа-описания у детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи. Изложенная в статье система работы может быть полезна педагогам дошкольного образования, работающим с детьми с ОНР, в качестве методических рекомендаций по данному направлению деятельности.

Ключевые слова: дошкольное образование, логопедия, развитие речи, связная речь, описательный рассказ, общее недоразвитие речи, бумагопластика

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR YOUNG TEACHERS OF PRESCHOOL EDUCATION ON TEACHING PRESCHOOLERS WITH SPEECH-LANGUAGE DISORDERS A STORY-DESCRIPTION IN APPLICATIONS AND CRAFTS MADE OF PAPER

Semenova T.N.

Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev, Cheboksary, e-mail: tatyana900@yandex.ru

This article is made in the form of methodological recommendations for young specialists who deal with the problems of development and correction of children's speech. Changes in the natural environment as a result of human activity, improper nutrition, digitalization of the socio-cultural space, bad habits often cause problems of the formation and development of coherent monological speech. This skill is the most important factor of a child's sufficient readiness to study at school, and it is known that it begins to form on the basis of descriptive storytelling. The story-description is the basis for improving the ability to compose a narrative story, the ability to reason and argue your point of view, as well as to compose your own language products. Paperplasty as an accessible, interesting and creative form of children's labor activity can act as an effective means of developing descriptive coherent speech of preschoolers 4-5 years old with general speech underdevelopment. The aim of the study is to identify and experimentally test the correctional and pedagogical possibilities of paper plastics for the development of skills and skills of making a story-description in children 4-5 years old with general speech underdevelopment. The system of work described in the article can be useful for teachers of preschool education working with children with ONR, as methodological recommendations for this area of activity.

Keywords: preschool education, speech therapy, speech development, coherent speech, descriptive narrative, general speech underdevelopment, paper plastics

У дошкольников с общим недоразвитием речи (далее – ОНР) проблемы в развитии связной монологической речи нарушают процессы формирования речемыслительной и коммуникативной деятельности, что ограничивает полноценность получаемых знаний о мире (Д.У. Салиева [1], О.Н. Заболоцкая [2], Е.Г. Федотова [3] и др.). Продуктивная деятельность детей, в том числе и различные формы ручного труда, помогают современному педагогу, ориентированному на ФГОС дошкольного образования, создавать образовательные проблемные ситуации. Последние, как известно, являются одним из эффективных приемов развития мотивации к речи, её активизации у детей с речеязыковыми расстройствами.

Целью исследования является выявление и экспериментальная апробация коррекционно-педагогических возможностей бумагопластики для развития умений и навыков составления рассказа-описания у детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи.

Изложенная в статье система работы может быть полезна педагогам дошкольного образования, работающим с детьми с ОНР, в качестве методических рекомендаций по данному направлению деятельности.

Материалы и методы исследования

Анализ психолого-педагогической литературы по проблеме исследования, педагогический эксперимент (констатирующий, формирующий и контрольный этапы); математические методы обработки полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Педагогический эксперимент проводился на базе МБДОУ «Детский сад № 112» г. Чебоксары Чувашской Республики. В исследовании участвовали 16 детей в возрасте от 4 до 5 лет с ОНР. Для обследования навыка составления описательного рассказа нами была использована методика, разработанная В.П. Глуховым. Приемы диагностики включали: составление фраз по сюжетным картинам; составление фраз по серии сюжетных картин, объединённых одной темой; составление рассказа-описания сюжетной картины; рассказывание по серии сюжетных картин.

Количественный и качественный анализ результатов констатирующего эксперимента показал, что при выполнении заданий испытуемым требовалась помощь со стороны взрослого, объём связных высказываний был неполным, дети долго подбирали необходимую лексему при формировании фразы, выявлялись неточности в структуре развернутых предложений, связности рассказа, аграмматизмы. Многие испытуемые ограничивались простым перечислением предметов и действий, изображенных на рисунке. Рассказ-описание составлялся с помощью наводящих и уточняющих вопросов и подсказок-указаний педагога, иначе дети неполно отражали нарисованное содержание, рассказы были недостаточно информативны. Таким образом, можно сделать вывод, что описательный рассказ у дошкольников 4–5 лет с ОНР находится на уровне ниже среднего и состоит преимущественно из простых предложений и коротких фраз, характерны ошибки в их лексико-грамматическом оформлении.

Для развития умений и навыков рассказывания как формы монологической связной речи мы использовали составление рассказов-описаний, созданных руками детей с помощью поделок из мятой бумаги. Ранее Н.Г. Шайдулиной были опубликованы результаты исследования по использованию технологии бумагопластики в работе по автоматизации нарушенных звуков [4]. По данным С.В. Велиевой [5] детский ручной труд развивает произвольное внимание у дошкольников с ОНР.

Бумагопластика дает возможность создавать полуобъемные и объемные бумажные композиции из специально изготовленных заранее отдельных элементов, формируя единый образ предмета. Для работы с детьми, имеющими расстройства речи, бумагопластика имеет еще один немаловажный коррекционно-развивающий эффект: она развивает мелкую дифференцированную моторику кистей и пальцев рук, что опосредованно улучшает качество устной и письменной экспрессивной речи.

Чтобы занятия с использованием данной нетрадиционной технологии конструирования из бумаги были более увлекательными, мы использовали разнообразные педагогические приемы: загадки и небольшие рассказы о предстоящей поделке с показом иллюстраций (восприятие предмета в целом), демонстрация техники выполнения последовательности создания бумажной продукции и вербализация самими детьми некоторых этапов работы (вычленение характерных особенностей предмета и определение пространственных взаимоотношений частей относительно друг друга); сюрпризные моменты, воображаемая игровая ситуация; текущий и итоговый анализ результатов работы ребенка [6]. Представим примерный фрагмент системы занятий по развитию навыков составления описательного рассказа с использованием бумагопластики (таблица).

При составлении детьми описательных рассказов по выполненной бумажной продукции мы опирались на труды И.Н. Андреевой [7], Н.Е. Ильякова [8], Н.В. Нищевой [9], Т.А. Ткаченко [10]. Описание строилось по вопросам педагога: прямым («Какого цвета лев?»); подсказывающим нужные характеристики («А у льва есть усы?»); поисковым («Почему божью коровку назвали коровкой? Почему ромашки называют российским солнышком?»); побуждающие к сравнению, использованию переносного значения слова («На что похожи плоды березы?»). После ответов детей педагог эмоционально-выразительно дает рассказ-образец, в котором полно, но лаконично описывает выделяемые признаки и свойства предмета, а также действия, которые он может совершать. Сначала план, которому следуют дошкольники с ОНР при описании своей поделки, состоит из 2–3 вопросов, но постепенно он усложняется.

Примерный фрагмент системы занятий по развитию навыков составления описательного рассказа с использованием бумагопластики

Тема занятия	Технология изготовления предмета для описания с использованием бумагопластики	План составления рассказа-описания детьми
«Пирамидка»	Квадраты из салфеток или гофрированной бумаги, разной величины, разного цвета (5–6 штук); лист цветного картона для фона; клей. Самый большой квадрат из обычной салфетки скатываем в толстый жгут и приклеиваем его на картонную основу. Сверху приклеиваем жгут чуть меньшего размера и так далее. На верхушке пирамиды размещаем шар из самого маленького квадрата	1. Цвет. 2. Форма. 3. Величина. 4. Материал. 5. Части игрушки. 6. Действия с игрушкой
«Веточки рябины»	Скатываем маленькие кусочки бумаги в плотный комочек и составляем из них гроздь рябины	1. Высота. 2. Части дерева. 3. Форма листьев. 4. Плоды. 5. Вид дерева
«Божьи коровки»	Из красной салфетки скатываем комочек шарообразной формы и приклеиваем на цветок. Из черной бумаги скатываем голову, приклеиваем близко к туловищу. Из другой части пальчиками скатываем семь комочков-крапинок насекомого. Фломастером можно дорисовать усики	1. Кто это? 2. Какой окраски (цвета?) 3. Сколько точек на божьей коровке? 3. Какой формы? 4. Почему ее называют «коровка»? 5. Где живут? 6. Чем питаются?
«Яблоки в корзине»	Мять бумагу, скатывать из неё комочки, обмакивать в клей и приклеивать их к картону, не выходя за контур	1. Цвет. 2. Форма. 3. Величина. 4. Вкус. 5. Место произрастания. 6. Как употреблять в пищу
«Ромашки в подарок маме»	Желтая салфетка разрывается на 4 части, из которых скатываем шарики и приклеиваем эти комочки-цветоложе на картонную основу далеко друг от друга. Белую салфетку рвём на необходимое количество частей и катаем жгутики-лепестки, приклеивая вокруг желтых глазков ромашек	1. Части растения и их цвет. 2. Величина. 3. Аромат. 4. Время цветения. 5. Где растет? 6. На что похожа ромашка? 7. Полезные свойства ромашки
«Рыба»	Формируем тело рыбы (форму капли) из гофрированной цветной бумаги. Нарезаем для плавников и хвоста гофрированную бумагу полосками и треугольниками, сворачиваем жгутиками. Глаза и рот можно скатать из обрывков салфеток. Дно картонного силуэтного аквариума выкладывается камушками, которые тоже скатаны из цветных салфеток, водорослями из зеленой гофрированной бумаги, либо натуральными ракушками	1. Подбор признаков к предмету: рыба (какая?) – хищная, аквариумная, морская, пресноводная, озерная, речная, холодная, скользкая, блестящая. 2. Части тела рыб. Для чего нужны плавники, хвост? 3. Чем покрыто туловище рыб? Для чего нужна чешуя рыбам? 4. Как рыбы дышат под водой? 5. Цвет 6. Где живет? 7. Чем питается? 8. Как человек использует рыбу? 9. В каких сказках или мультфильмах встречаются рыбы?
«Пушистая зима»	Берём салфетки и разрываем их на полоски. Получившиеся полоски скручиваем в жгутики. На картоне рисуем простым карандашом контур зимнего пейзажа. Начинаем приклеивать жгутики, промазывая клеем контур. Заполняем контуры салфеткой, обрывая ее по силуэтам	1. Солнце. 2. Небо. 3. Земля. 4. Деревья. 5. Одежда людей. 6. Изменения в жизни зверей. 7. Изменения в жизни птиц. 8. Занятия и забавы детей в это время года

Окончание таблицы

Тема занятия	Технология изготовления предмета для описания с использованием бумагопластики	План составления рассказа-описания детьми
«Зайка беленький сидит»	Две бумажные салфетки развернем и положим одну на другую. Затем соединяем края и углы к середине – получается комок круглой формы. Из кусочка третьей салфетки сделаем хвостик. Приклеим хвостик к туловищу, потом приклеиваем лапки и мордочку.	1. Внешний вид (части тела). 2. Место, где живет. 3. Чем питается? 4. Как зовут детёныша? 5. Какую пользу приносит человеку? 6. В каких сказках или мультфильмах встречается данное животное?
«Кудрявый барашек»	Скатываем из салфеток шарики и приклеиваем их по краям плотно друг к другу по контуру. Когда контурное изображение обрамлено шариками из салфеток, смазываем клеем середину и заклеиваем ими всё пространство внутри. Голову «шерстью» не заклеиваем	1. Внешний вид и части тела. 2. Место, где живет? 3. Чем питается? 4. Как зовут детеныша? 5. Какую пользу приносит человеку? 6. В каких сказках или мультфильмах встречается данное животное?
«Берёза»	Берём лист картона и половинку альбомного листа. Хорошо помнём белый лист и сделаем надрезы. Скрутим по очереди в жгутики все надрезы. Скрутим в жгут нижнюю общую часть. Приклеиваем получившийся ствол на картон. Из гофрированной бумаги или салфеток нарежем квадратики 1,5–2 см. В серединку квадратика ставим карандаш и равномерно сожмём бумагу вокруг карандаша, намажем его клеем. Приклеиваем скрученные квадратики на картон, рядом с веточками. Раскрасим ствол берёзы	1. Величина, цвет. 2. Части дерева. 3. Форма листьев. 4. Плоды. 5. Вид дерева. 6. Польза березы
«Лев»	Для туловища льва необходима половина круга из оранжевой бумаги. Скручиваем и склеиваем ее в конус. Другую часть круга разрезаем пополам для лап. Из чёрной бумаги вырезываем когти и приклеиваем на лапы. Потом тоже превращаем их в конус. Головой служит круг из оранжевого картона – клеим на него глаза и нос с усами. Из множества оранжевых тонких полосок делаем гриву: складываем (без сгиба по центру) и склеиваем между собой. Потом эти каплеобразные кольца размещаем на голове льва. На обороте головы приклеиваем дополнительный сверху, чтобы закрыть стыки полосок	1. Внешний вид (части тела). 2. Место, где живет? 3. Чем питается? 4. Как зовут детёныша? 5. Какую пользу приносит человеку? 6. В каких сказках или мультфильмах встречается лев?
«Гусеница»	Скатываем кусочки цветных салфеток в маленькие шарики и приклеиваем их плотно друг к другу на готовый картонный шаблон гусеницы	1. Внешний вид (цвет, форма, величина). 2. Где живет гусеница? 3. Чем питается? 4. Как передвигается? 5. Какую пользу приносит человеку? 6. В каких сказках или мультфильмах можно ее встретить?

Заключение

Контрольный эксперимент показал положительные количественные и качественные изменения в экспериментальной группе в сравнении с контрольной: у большинства детей рассказы стали более информативными, отличались логической завершенностью, благодаря составлению рассказов по вопросам педагога подавляющая часть признаков описываемого объекта была в них обозначена. Исследование подтвердило гипотезу о том, что бумагопластика является эффективным средством в развитии описательных умений и связной речи у детей с ОНР, а также позволяет формировать представления об окружающей действительности, интеллектуально-творческие способности, совершенствовать пространственные представления и мелкую моторику.

Список литературы

1. Салиева Д.У., Тен Е.П. Эмпирическое исследование особенностей формирования фразовой речи у детей дошкольного возраста 4–5 лет с общим недоразвитием речи // Аллея науки. 2021. Т. 2. № 5 (56). С. 1018–1021.

2. Заболоцкая О.Н. Особенности составления описательного рассказа у дошкольников с общим недоразвитием речи // Энигма. 2020. № 18–1. С. 141–143.

3. Федотова Е.Г. Отечественные исследователи о формировании связной речи у детей с ОНР // Актуальные проблемы современного раннего и дошкольного образования детей с инвалидностью и ОВЗ: сборник научных статей по материалам региональной научно-практической конференции. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Юкод», 2018. С. 308–315.

4. Шайдулина Н.Г. Использование технологии бумагопластики в работе с детьми с ОВЗ по автоматизации нарушенных звуков // Специальное образование: материалы XV Международной научно-практической конференции. СПб.: ЛГУ имени А.С. Пушкина, 2019. С. 330–333.

5. Велиева С.В., Григорьев О.И. Развитие произвольного внимания у детей 7–8 лет с общим недоразвитием речи // Детский сад – начальная школа: опыт, преемственность, перспективы / Отв. ред. Б.А. Крук. Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2020. С. 230–231.

6. Ильина Л.Л. Особенности организации художественного ручного труда в дошкольных образовательных учреждениях // Культурологический подход в дошкольном и специальном образовании: психолого-педагогический аспект: Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2019. С. 249–252.

7. Андреева И.Н., Кислицына В.И. Конструирование из бумаги как средство развития связной речи детей старшего дошкольного возраста // Глобализация и национальная безопасность: человек и общество в меняющемся мире / Под общ. ред. В.П. Шалаева. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. С. 206–209.

8. Ильякова Н.Е. Логопедические тренинги по формированию связной речи у детей. От прилагательных – к рассказам-описаниям. М.: Гном, 2007. 32 с.

9. Нищева Н.В. Развитие связной речи детей дошкольного возраста с 2 до 7 лет. Методические рекомендации. ФГОС. СПб.: Детство-Пресс, 2021. 80 с.

10. Ткаченко Т.А. Формирование и развитие описательной речи у дошкольников. ФГОС ДО. М.: Феникс, 2021. 64 с.

УДК 796.422.093.352

КОРРЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОШИБОК В БАРЬЕРНОМ БЕГЕ У ЮНОШЕЙ 15–17 ЛЕТ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ

Синельник Е.В., Мельник В.А.

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: sinelnik-ev@mail.ru

В статье представлены результаты исследования технических ошибок и их последующей коррекции в подготовительном периоде у юношей 15–17 лет. Целью исследования было выявить конкретные технические ошибки у спортсменов, принимающих участие в педагогическом эксперименте, и на их основе подобрать и экспериментально апробировать комплекс упражнений, направленный на их коррекцию. Объектом исследования являлась техническая подготовка юношей 15–17 лет в барьерном беге в подготовительном периоде подготовки. Предметом исследования – ошибки в технике барьерного бега у юношей 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки. В качестве методов исследования нами использовались: экспертная оценка, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, педагогическое тестирование специальной физической подготовки спортсменов, методы математической и статистической обработки результатов исследования. На основании анализа научной литературы и имеющегося опыта практической деятельности нами был разработан комплекс упражнений, направленный на коррекцию технических ошибок, возникающих у юношей в барьерном беге 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки. Разработанный комплекс упражнений, направленный на коррекцию технических ошибок, возникающих у юношей в барьерном беге 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки, положительно сказался на результатах, показанных в экспериментальной группе.

Ключевые слова: барьерный бег, техника, технические ошибки, комплекс упражнений, подготовительный период, юноши

CORRECTION OF TECHNICAL ERRORS IN BARRIER RUNNING IN YOUTH 15–17 YEARS OLD IN THE PREPARATORY PERIOD OF TRAINING

Sinelnik E.V., Melnik V.A.

Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: sinelnik-ev@mail.ru

The article presents the results of the study of technical errors and their subsequent correction in the preparatory period in young men 15–17 years old. The aim of the study was to reveal the presence of specific technical errors in athletes participating in the pedagogical experiment, and on their basis, to select and experimentally test a set of exercises aimed at their correction. The object of the research was the technical training of 15–17 year old boys in hurdles in the preparatory period of training. The subject of the research are mistakes in the hurdles running technique among 15–17 year old boys in the preparatory period of training. As research methods we used: pedagogical observation, pedagogical experiment, pedagogical testing of sportsmen's special physical training, methods of mathematical and statistical processing of the research results. Based on the analysis of scientific literature and the experience of practical activity, we have developed a set of exercises aimed at correcting technical errors that occur among boys in hurdles running 15–17 years old in the preparatory period of training. The developed set of exercises, aimed at correcting technical errors that occur among boys in hurdles of 15–17 years old in the preparatory period of training, had a positive effect on the results shown in the experimental group.

Keywords: hurdles, technique, technical mistakes, set of exercises, preparatory period, boys

Успешность выступления на соревнованиях в барьерном беге напрямую связана с уровнем сформированности техники барьерного бега [1, 2] и способностью спортсмена удерживать необходимый темп движений на протяжении всей дистанции. Особое значение в годичном цикле подготовки, согласно работам Г.Н. Германова (2016), имеет специально-подготовительный период подготовки [3]. Основными задачами данного периода являются: формирование оптимальной техники барьерного бега, обеспечение необходимого уровня физической готовности спортсмена и развитие скоростной (барьерной) выносливости.

Многие исследователи [4, 5] полагают, что главным элементом тренировочного процесса в барьерном беге, наряду с формированием оптимального уровня развития физических качеств является техника преодоления барьеров, что особенно важно в барьерном спринте. В целом формирование техники барьерного бега начинается с 13–14 лет и продолжается на протяжении всего многолетнего тренировочного процесса. При этом отмечается недостаточное количество фактических исследований, посвященных коррекции технических ошибок в барьерном беге.

Таким образом, подробное изучение причин возникновения технических ошибок у спортсменов, специализирующихся в барьерном беге, и последующее формирование комплексов упражнений, направленных на их устранение, позволит значительно

повысить эффективность тренировочного и соревновательного процесса.

Гипотеза исследования заключается в предположении, что подробное изучение причин возникновения технических ошибок у спортсменов, специализирующихся в барьерном беге, и последующее формирование комплексов упражнений, направленных на их устранение, позволит значительно повысить эффективность тренировочного и соревновательного процесса.

Объект исследования: техническая подготовка юношей 15–17 лет в барьерном беге в подготовительном периоде подготовки.

Предмет исследования: ошибки в технике барьерного бега у юношей 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки.

Цель исследования – разработать и определить эффективность комплекса упражнений, направленных на коррекцию технических ошибок у юношей 15–17 лет, специализирующихся в барьерном беге, в подготовительном периоде подготовки.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе бюджетного учреждения Омской области «Спортивная школа олимпийского резерва». Для решения поставленных задач нами использовались следующие методы: анализ научной и методической литературы; педагогическое наблюдение, педагогическое тестирование; педагогический эксперимент; экспертная оценка. В педагогическом тестировании, для оценки технической подготовленности спортсменов нами использовались следующие тесты: бег 5 барьеров на время, в три межбарьерных шага на время; бег (5 барьеров) через середину в один шаг на время; бег сбоку барьера (5 штук) в один шаг на время на толчковую ногу; бег на один барьер с высокого старта. В исследовании приняло участие 20 юношей 15–17 лет, специализирующихся в барьерном беге. Средний возраст испытуемых составил 16,4 ± 1,2 года. Квалификация – 1 и 2 взрослый спортивный разряд.

Результаты исследования и их обсуждение

Технические ошибки барьеристов в тренировочном процессе определялись посредством использования видеокамеры и последующего просмотра тренерами-экспертами в барьерном беге.

Спортсмены, принимавшие участие в исследовании, выполняли упражнения с барьерами. Для упражнений использовались 5 барьеров высотой 0,91 м, расстояние между барьерами составляло 8 м 80 см, расстояние от линии старта до первого барьера 13,55 м.

Для выявления технических ошибок нами использовались следующие упражнения:

1. «Имитация перехода маховой ногой с боку барьера».

Ошибками в этом упражнении являются:

– вынос голени вперед снизу при атаке на барьер. При этом, по канонам техники барьерного бега, голень маховой ноги барьериста во время атаки выносится из-под задней поверхности бедра. В результате этой ошибки, при дальнейшем преодолении барьеров, меняется техника межбарьерного бега, положение таза становится слишком низким, ноги в коленном суставе чрезмерно согнуты, до конца не выпрямлены;

– носок передней части стопы натянут вперед. При правильной технике барьерного бега носок передней части стопы натянут на себя при преодолении барьера и при беге между барьерами.

2. «Преодоление барьера сбоку, имитация работы толчковой ноги во время перехода через барьер».

Ошибками в этом упражнении являются:

– колено толчковой ноги отведено менее или более 90 градусов относительно горизонтали, во время перехода сбоку от барьера. Результатом данной ошибки является потеря скорости преодоления барьера и бега между барьерами;

– толчковая нога барьериста отстает от маховой ноги. Во время перехода через барьер колено толчковой ноги находится за барьером. Классическая техника преодоления барьеров предполагает, что колено толчковой ноги должно быть параллельно барьеру. При наличии такой ошибки велика вероятность получения травмы колена и прилегающих связок, а также увеличивается возможность сбить барьер коленом толчковой ноги, замедлив скорость бега;

– стопа толчковой ноги во время перехода через барьер находится выше маховой ноги, при правильной технике стопа проходит через барьер на уровне ниже колена.

3. «Переход через середину барьера, подпрыжка с ноги на ногу от барьера до барьера».

Ошибками в этом упражнении являются:

– разворот плечами во время перехода через барьер, руки барьериста выполняют мах в разные стороны, скручивание туловища во время атаки или во время перехода через барьер. По канонам техники барьерного бега плечи не разворачиваются в разные стороны, туловище не скручивается, а только выполняет сгибание во время атаки на барьер и разгибание во время схода с барьера вместе с плечами. Руки работают

только вдоль туловища, спортсмен не должен допускать махи руками. Наличие подобных ошибок снижает общую скорость барьерного бега;

– стопа толчковой ноги во время перехода через барьер находится выше маховой ноги;

– толчковая нога барьериста отстает от маховой ноги, во время перехода через барьер колено толчковой ноги находится за барьером.

4. «Бег через середину барьера в пять шагов от барьера до барьера».

Ошибками в этом упражнении являются:

– разворот плечами во время перехода через барьер, руки барьериста выполняют мах в разные стороны, скручивание туловища во время атаки или во время перехода через барьер;

– толчковая нога барьериста отстает от маховой ноги, во время перехода через барьер колено толчковой ноги находится за барьером;

– колено толчковой ноги отведено меньше или больше 90 градусов во время перехода сбоку барьера;

– вынос голени вперед исподнизу при атаке на барьер;

– низкое положение таза над барьером.

5. «Барьерный бег в три шага» (расстояние между барьерами 8 м 80 см, высота барьеров 0,91 м, количество барьеров 4 шт.). Выполнение данного упражнения позволяет определить длину шагов, скорость сведения маховой и толчковой ноги во время перехода через барьер, частоту шагов барьерного бега, скорость преодоления барьера.

Поскольку упражнение включает в себя несколько технических элементов, то в нем могут быть допущены ошибки, представленные ранее. Но также могут и встречаться следующие специфические ошибки:

– во время схода с барьера барьерист приземляется на пятку, а не на переднюю часть стопы, что приводит к падению скорости, нарушению координации движений, и правильное преодоление последующих барьеров становится практически невозможным.

После определения типичных ошибок в барьерном беге у юношей, специализирующихся в барьерном беге, исследуемая группа (n = 20 чел.) лотерейным способом была разбита на контрольную и экспериментальную, по 10 человек в каждой.

Проанализировав количество различных технических ошибок в сформированных группах, необходимо указать, что в экспериментальной группе в большей степени встречались ошибки:

– разворот плечами во время перехода через барьер, руки барьериста выполняют мах в разные стороны, скручивание туловища во время атаки или во время перехода через барьер;

– толчковая нога барьериста отстает от маховой ноги, во время перехода через барьер колено толчковой ноги находится за барьером;

– колено толчковой ноги отведено меньше или больше 90 градусов во время перехода сбоку барьера;

– низкое положение таза над барьером.

В контрольной группе выявлены следующие ошибки в технике барьерного бега:

– колено отведено меньше или больше 90 градусов во время перехода сбоку барьера;

– толчковая нога барьериста отстает от маховой ноги, во время перехода через барьер колено толчковой ноги находится за барьером;

– колено толчковой ноги отведено меньше или больше 90 градусов во время перехода сбоку барьера;

– вынос голени вперед исподнизу при атаке на барьер;

– низкое положение таза над барьером.

Проведенный анализ научно-методической литературы позволил установить причины возникновения технических ошибок в барьерном беге. Условно их можно разделить на две группы: ошибки, возникающие из-за недостаточного уровня развития физических качеств (для барьерного спринта это гибкость, координация, скоростные и силовые способности) и неправильно сформированного представления о техническом действии. При разработке комплекса упражнений нами учитывалась необходимость развития перечисленных физических качеств, формирования правильного представления о выполнении технического элемента и имеющихся ошибок в технике барьерного бега, установленных нами ранее.

С помощью современных литературных данных, тренерского состава и имеющегося собственного практического опыта был составлен комплекс упражнений для юношей-барьеристов, направленный на коррекцию и совершенствование техники барьерного бега в подготовительном периоде.

Представленный комплекс упражнений применялся в подготовительном периоде, в подготовительной, основной и заключительной части тренировочного занятия, 5 раз в неделю в экспериментальной группе. На комплекс отводилось 15 мин в подготовительной части занятия, 20 мин в основной части занятия и 25 мин в заключительной части занятия. В контрольной группе использовались традиционные упражнения, которые применялись в подготовительной и основной части занятия 3 раза в неделю.

Результаты исследования уровня технической подготовленности у юношей 15–17 лет в подготовительном периоде, до и после использования комплекса упражнений, направленного на коррекцию имеющихся технических ошибок

Тесты	Контрольная группа		Темпы прироста (%)	Экспериментальная группа		Темпы прироста (%)
	До	После		До	После	
Бег в три шага между барьерами (с)	5,38 ± 0,06	5,3 ± 0,3	1,4	5,2 ± 0,04	5,18 ± 0,07	3,3
Бег в один шаг сбоку барьера (с)	3,01 ± 0,08	2,83 ± 0,7	5,9	2,98 ± 0,1	2,71 ± 0,08*	9
Бег в один шаг через середину барьера (с)	7,45 ± 0,6	7,35 ± 0,6	1,3	7,54 ± 0,07	7,36 ± 0,08	2,3
Бег на один барьер с низкого старта (с)	2,65 ± 0,04	2,53 ± 0,05	4,5	2,59 ± 0,09	2,43 ± 0,1*	6,1

Примечание. * – статистические различия по U-критерию Манна – Уитни между экспериментальной и контрольной группой после эксперимента, где $P \leq 0,05$.

В комплекс, направленный на коррекцию выявленных технических ошибок у барьеристов 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки, были включены следующие упражнения:

1. Имитация атаки маховой ногой на барьер. Барьерист выполняет имитацию атаки на барьер, ставя ногу на шведскую стенку. Данное упражнение улучшает атаку на барьер, голень маховой ноги выполняет атакующее движение снизу, из-под задней поверхности бедра, повышается скорость атаки на барьер после этого упражнения.

2. Барьерист выполняет переход сбоку барьера толчковой ногой, с возвращением в исходное положение. Упражнение рекомендуется выполнять с резиновым жгутом, при его использовании быстрее достигается автоматическое правильное выполнение упражнения.

3. Упражнение выполняется у шведской стенки с упором, с использованием барьера высотой 0,84 м. Спортсмен находится на расстоянии 2 м от шведской стенки, на которой на удобной высоте прикреплена перекладина для упора рук, упражнение выполняется маховой ногой, барьерист выполняет переход маховой ногой через барьер, толчковая нога остается на месте, маховая нога переходит через барьер, приземляется на переднюю часть стопы, за барьером, и после постановки стопы возвращается назад в исходное положение.

4. Упражнение на правильную работу рук в барьерном беге, с гантелями в руках. Упражнение выполняется в барьерном сете, сидя выполняется имитация работы рук во время барьерного бега, на каждый третий шаг мы выполняем наклон туловища к маховой ноге, рука, противоположная маховой ноге, выполняет движение вперед, другая рука отводится согнутой в локтевом суставе на 40 градусов в сторону, после наклона снова имитация трех шагов.

Для обоснования эффективности разработанного комплекса упражнений нами было проведено тестирование специальной физической подготовленности у юношей 15–17 лет, которое включало в себя: бег 6 барьеров на время в три шага, бег через середину барьера в один шаг на время, бег сбоку барьера в один шаг на время на толчковую ногу, бег на один барьер с высокого старта на время. Данные представлены в таблице.

Анализ показанных результатов в тесте «Бег в три шага между барьерами» выявил, что в контрольной группе среднее значение составило 5,3 ± 0,3 (1,4 %), в экспериментальной группе 5,18 ± 0,07 (3,3 %). По результатам педагогического эксперимента в тесте «Бег в один шаг сбоку барьера» показано, что в контрольной группе среднее значение 2,83 ± 0,7 (5,9 %), в экспериментальной группе 2,71 ± 0,08 (9 %). Результаты в тесте «Бег в один шаг через середину барьера» показали, что в контрольной группе среднее значение 7,35 ± 0,6 (1,3 %), в экспериментальной 7,36 ± 0,08 (9 %), Статистически значимые изменения были зафиксированы в экспериментальной группе. По итогам теста «Бег на один барьер с низкого старта» выявлены следующие результаты: в контрольной группе среднее значение 2,53 ± 0,05 (4,5 %), в экспериментальной группе 2,43 ± 0,1 (6,1 %).

Таким образом, разработанный комплекс упражнений позволяет снизить количество технических ошибок, что положительно влияет на время преодоления дистанции. Наиболее значимые изменения произошли в тестах «Бег в один шаг сбоку барьера» – прирост в экспериментальной группе составил 9 %. В результате применения представленного комплекса удалось

устранить техническую ошибку в отставании толчковой ноги от маховой во время перехода через барьер, которую выявили у юношей 15–17 лет в технике барьерного бега, что было отмечено экспертами.

Также по итогам теста «Бег на один барьер с низкого старта» были зафиксированы высокие темпы прироста (6,1 %) в экспериментальной группе, что поспособствовало коррекции следующих ошибок, которые были определены у юношей 15–17 лет в технике барьерного бега: неправильная работа рук, толчковая нога отстает от маховой, низкое положение таза над барьером. За счет выполненного комплекса упражнений, направленного на коррекцию технических ошибок в барьерном беге, и был получен положительный результат.

Заключение

Проведенный анализ научно-методической литературы выявил, что барьерный бег представляет собой сложно-координационный вид, который требует проявления скорости, силы, быстроты реакции движений, координационных способностей, умения совмещать и преодоление барьера, и спринтерский барьерный бег (три шага) между барьерами. Особое значение в эффективности соревновательного процесса имеет техника преодоления барьеров. Типичными ошибками в технике барьерного бега являются: неправильная работа рук, неправильная атака барьера, переход через барьер, сход с барьера, бег между барьерами и т.д.

На основании анализа научной литературы, имеющегося опыта практической деятельности нами был разработан комплекс упражнений, направленный на коррекцию технических ошибок, возникающих в барьерном беге у юношей 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки.

Представленный комплекс упражнений, направленный на коррекцию технических ошибок, возникающих в барьерном беге у юношей 15–17 лет в подготовительном периоде подготовки, положительно сказался на результатах, показанных в экспериментальной группе:

– в тесте «Бег в три шага между барьерами» в экспериментальной группе показатели улучшились с 5,2 до 5,18 с (3,3 %), в контрольной группе не произошло особых изменений, с 5,38 с до 5,3 с (1,4 %);

– в тесте «Бег на один барьер с низкого старта» в экспериментальной группе показанные результаты улучшились с 2,5 с до 2,4 с (6,1 %), в контрольной группе показатели улучшились с 2,6 с до 2,5 с (4,5 %).

Список литературы

1. Мирзоев О.М. Совершенствование технического, тактического мастерства в процессе подготовки легкоатлетов: монография. Воронеж: Научная книга, 2018. 176 с.

2. Монастырев С.Н., Гладких Т.В. Критерии определения ведущей (толчковой) ноги с учетом показателей моторной асимметрии нижних конечностей у спортсменов различной специализации и уровня подготовленности // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019. № 8 (174). Ч. 2. С. 150–154.

3. Германов Г.Н. Спринтерская подготовка как исходный базис для роста спортивных результатов в барьерном беге // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2016. № 12 (142). С. 23–28.

4. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов: монография. М.: Спорт, 2019. 656 с.

5. Яхонтов С.В., Бобина О.Н. Моторные асимметрии в барьерном беге: монография. Томск: [б. и.], 2006. 68 с.

УДК 796.032

РОССИЯ НА XXXII ЛЕТНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ИГРАХ В ТОКИО: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

[1]Собянин Ф.И., [1]Бывшева Д.В., [1]Покотилова А.А., [2]Никифоров Ю.Б., [2]Ивлева А.Н., [3]Ковалева Р.Е.

[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: sosnovi60@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», Армавир, e-mail: ivleva.alena2015@yandex.ru;

[3]Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь, e-mail: igo-kovalev@yandex.com

Обсуждаются итоги выступления российской сборной команды на очередных XXXII летних Олимпийских играх в Японии. Методы исследования: изучение различных источников информации, включая специальную литературу, электронные данные, просмотр телевизионных трансляций с применением культурологического-акмеологического и исторического подходов. Исследование проводилось представителями Белгородского государственного университета, Армавирского государственного педагогического университета и Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в период проведения летних Олимпийских игр в июле – августе 2021 г. В работе указаны особые условия проведения олимпийских соревнований. Дается краткий анализ основных достижений, успехов российской команды. Показаны некоторые недостатки и нереализованные прогнозы на выступление команды России на летних Олимпийских играх. Особое внимание уделяется развивающейся негативной тенденции по отношению к сборной России и ее отдельным спортсменам со стороны представителей зарубежной прессы, спортсменов, международных федераций, WADA, МОК. На примере отношения к российской сборной отмечаются факты усиливающегося кризиса международного олимпийского движения. Формулируется заключение о необходимости оптимизации олимпийского движения, всего мирового спорта, а также разработки и внедрения новых видов международных спортивных соревнований, составляющих прогрессивную альтернативу Олимпийским играм.

Ключевые слова: олимпийские игры, сборная России, результаты, медали, кризис, перспективы

RUSSIA AT THE XXXII SUMMER OLYMPIC GAMES IN TOKYO: SOME RESULTS AND PROSPECTS

[1]Sobyanin F.I., [1]Byvsheva D.V., [1]Pokotilova, A.A., [2]Nikiforov Yu.B., [2]Ivleva A.N., [3]Kovaleva R.E.

[1]Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: sosnovi60@mail.ru;

[2]Armavir State Pedagogical University, Armavir, e-mail: ivleva.alena2015@yandex.ru;

[3]T.G. Shevchenko Transnistrian State University, Tiraspol, e-mail: igo-kovalev@yandex.com

This paper discusses the performance of the Russian national team at the next XXXII Summer Olympic Games in Japan. We used the following research methods: reviewing various sources of information, including special literature and electronic data; watching television broadcasts from the cultural, acmeological and historical standpoint. The study was carried out by representatives of Belgorod National Research University, Armavir State Pedagogical University and T.G. Shevchenko Transnistrian State University during the Summer Olympics in July-August 2021. The paper highlights the unusual circumstances under which the Olympics were held. We also provide a brief analysis of the Russian team's key achievements, along with some downsides and unfulfilled forecasts for it performance at the Summer Olympics. Special focus is given to the rising negative attitudes towards the Russian national team and its individual athletes from the representatives of the foreign press, athletes, international federations, the WADA, and the IOC. We study the perception of the Russian national team as a reflection of the growing crisis in the international Olympic movement. We conclude that the Olympic movement, just as global sports overall, has to be optimised. We also point out the need for developing and introducing new types of international sports competitions that will offer a progressive alternative to the Olympic Games.

Keywords: Olympic Games, Russian team, results, medals, crisis, prospects

Олимпийское движение в современных условиях становится зоной особого внимания. Оно развивается на фоне обостряющихся межнациональных, экономических, политических противоречий. Все они, как в зеркале, отражаются в современном олимпийском движении. Типичным становится понятие «санкции», символизирующие собой категоричную форму временного запрета, действующего по отношению к одной из сторон и приобретающего хронический характер.

Прошедшие XXXII летние Олимпийские игры в Токио обязательно войдут в историю, поскольку принципиально отличаются от всех ранее проходивших Игр. Главным отличительным фактором этих Игр было проведение соревнований во вре-

мя продолжающейся коронавирусной пандемии, наложившей свой отпечаток на порядок допуска к состязаниям, особенности поведения спортсменов, организацию всех мероприятий. Вместе с тем прекрасные спортивные подвиги, завоеванные олимпийские медали, установленные олимпийские, национальные и мировые рекорды сочетались с негативными ситуациями, уже характерными для олимпийского движения последних лет. Все это требует глубокого и всестороннего анализа и соответствующих выводов.

Актуальность настоящей статьи в том, чтобы попытаться выявить важнейшие позитивные и негативные моменты прошедших Олимпийских игр в Токио на примере выступления олимпийской сборной России, как одной из ведущих спортивных держав, в полной мере испытавших все современные успехи и болезни международного олимпийского движения.

Цель статьи – оценить основные результаты выступления сборной России на летних Олимпийских играх 2020 г. в Токио и определить перспективы российского участия в международном олимпийском движении.

Материалы и методы исследования

Материал для написания статьи – информация о современном олимпийском движении, его достижениях и проблемах, в том числе, данные об итогах выступления российских спортсменов на летних Олимпийских играх – 2020 в Токио. Для сбора необходимого материала применялись анализ и обобщение, сравнение, оценка данных специальной литературы, исторический и культуролого-акмеологический подходы к рассмотрению особенностей международного олимпийского движения, изучение электронных источников, анализ просмотра трансляций Олимпийских игр – 2020 в Токио. В исследовании участвовали аспиранты, преподаватели, которые включали в работу свои материалы и высказывали мнение по поводу вопросов, рассмотренных в содержании статьи. Среди них были представители ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко. Исследование проведено в июле–августе 2021 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное исследование свидетельствует о том, что спортивно-результативный показатель выступления олимпийской сборной России на летних играх в Токио, на первый взгляд, следует считать действительно успешным. Среди аргументов в эту пользу можно отметить следующие факты:

– в общекомандном зачете наша сборная оказалась на пятой позиции, но если бы судейство соревнований было справедливым в тех видах, где мы были явными лидерами и реально претендовали на золотые медали (например, художественная гимнастика, спортивная ходьба у мужчин на 20 км), то точно могли бы выйти на четвертое, а может, даже на третье место;

– в сумме сборная России завоевала 71 медаль различного достоинства, и это больше, чем у сборных команд Великобритании (4 место, в сумме 65 медалей) и Японии (3 место, в сумме 58 медалей);

– состав олимпийской сборной России был очень ограничен по сравнению с другими сборными по причине антидопинговых скандалов и последующих запретов по отношению к российским спортсменам. Например, в составе команды легкоатлетов было всего 10 человек, из которых двое получили серьезную травму и не смогли выступить в полную силу (прыжки в длину – женщины и бег 110 м с барьерами – мужчины). Одного легкоатлета дисквалифицировали (спортивная ходьба 20 км – мужчины). Однако из оставшихся семи легкоатлетов у нас одна золотая медаль (М. Ласицкене, прыжки в высоту) и одна серебряная медаль (А. Сидорова, прыжки с шестом). Такого количества медалей нет у некоторых национальных сборных;

– в ряде видов спорта были показаны выдающиеся результаты, которых мы не имели уже в течение многих лет, что говорит о явном прогрессе и возвращении некоторых славных традиций спортивного прошлого (в командном зачете российские гимнасты побеждали последний раз 25 лет назад, а спортивные гимнастки 28 лет назад, в плавании золото после 25 лет застоя, в академической гребле медали через 17 лет);

– олимпийцы России завоевали медали в видах спорта, впервые включенных в программу летних Олимпийских игр (баскетбол 3х3, микс в теннисе, микс в стрельбе);

– в ряде видов спорта результаты оказались выдающимися: в синхронном плавании, в фехтовании, в стрельбе, в тхэквондо и некоторых других видах олимпийской программы.

Результаты выступления команды могли быть еще выше, если бы не помешали пандемия, другие запреты, ограничение состава команды, травмы. Характерным для прошедших Игр было трудное,

но успешное достижение российскими спортсменами финала соревнований в ряде видов спорта, но обидный проигрыш в финальной части (пляжный волейбол у мужчин, обычный волейбол у мужчин, гандбол у женщин, теннис и другие). В случае удачного завершения сразу нескольких финалов по этим видам спорта сборная России могла бы занять гораздо более высокое положение в командном зачете, о чем уже говорилось. Однако спорт всегда отличается неожиданностями, и потому он всегда интересен.

В ряде видов спорта надежды не оправдались или не оправдались в полной мере (в прыжках в длину у женщин, беге 110 м с барьерами, велоспорте, скоростном скалолазании, спортивной борьбе среди женщин и др.) [1]. В связи с этим интересно посмотреть, насколько сбылись прогнозы наших специалистов на медали летней Олимпиады в Токио (таблица). С одной стороны, планируемое общее количество медалей и количество фактически завоеванных говорит о перевыполнении, что не может не радовать. Если учесть, что в ряде спортивных дисциплин вообще не было никакого прогноза, но были завоеваны олимпийские медали – вновь можно говорить об определенном успехе.

Медальный прогноз для сборной России на летней Олимпиаде-2020 в Токио и его реализация

№ п/п	Вид спорта	Медальный прогноз	Фактическая реализация
1	**Фехтование**	**До 7 медалей, из них 2 золотых**	**8 медалей, из них 3 золота**
2	Плавание	До 10 медалей, из них 3 золотых	5 медалей, из них 2 золота
3	**Спортивная гимнастика**	**До 2 золотых и еще могут быть другого достоинства в индивидуальном зачете**	**2 золота, 2 серебра, 4 бронзы**
4	Борьба	До 7 золотых и 6 медалей другого достоинства	4 золота, 4 бронзы
5	**Бокс**	**Одна золотая и до 6 медалей другого достоинства**	**1 золото, 1 серебро, 4 бронзы**
6	**Синхронное плавание**	**2 золотые: в дуэте и в командном выступлении**	**2 золота**
7	Художественная гимнастика	1 золотая, 1 серебряная у сестер Авериных в индивидуальном многоборье и 1 золотая в командном выступлении	2 серебра
8	Легкая атлетика	До 7 медалей (3 золотые и остальные другого достоинства)	1 золото, 1 серебро
9	**Стрельба**	**До 4 медалей, из них одна золотая**	**2 золота, 4 серебра, 2 бронзы**
10	Дзюдо	До 7 медалей, включая одну золотую	3 бронзы
11	Прыжки в воду	До 2 медалей, но не золотые	1 бронза
12	**Тхэквондо**	**До 2 медалей разного достоинства**	**2 золота, 1 серебро, 1 бронза**
13	**Теннис (муж., жен.)**	**Вероятны медали**	**1 золото, 2 серебра**
14	**Стрельба из лука (жен.)**	**Серебро в командном выступлении**	**2 серебра**
15	Современное пятиборье (жен.)	Одна бронзовая медаль	–
16	Спортивное скалолазание	Возможны медали	–
17	Волейбол обычный (муж.)	Возможно золото	Серебро
18	Волейбол пляжный (муж.)	Возможно золото	Серебро
19	Волейбол обычный (жен.)	Возможны медали	–
20	Волейбол пляжный (жен.)	Возможны медали	–
21	Гандбол (жен.)	Золото	Серебро
22	Баскетбол (жен.)	Серебро или золото	–
23	*Баскетбол жен. 3х3*	*Без прогноза*	*Серебро*
24	*Баскетбол муж. 3х3*	*Без прогноза*	*Серебро*
25	**Велоспорт**	**Вероятна медаль**	**2 бронзы**
26	*Академическая гребля*	*Без прогноза*	*2 серебра*
Всего	**По всем видам спорта**	**Планировалось до 60 медалей**	**Завоевана 71 медаль**

С другой стороны, для российской сборной планировалось третье общекомандное место, а команда оказалась на пятом – это явная неудача. К тому же если внимательно проанализировать наши достижения, выраженные в количестве медалей, то обнаруживается, что из указанных в таблице 26 спортивных дисциплин, успешно и в полной мере реализованы только 9, но 14 прогнозов не было реализовано или реализовано частично (жирным шрифтом выделены дисциплины, в которых прогноз оправдался). В итоге прогноз оправдался менее чем на 50%. В трех дисциплинах медали завоеваны без прогноза.

Как видим, представленные результаты участия российских спортсменов в летних Олимпийских играх выглядят противоречиво. Сборной команде России следует работать над тем, как добиваться реализации подготовленности спортсменов-олимпийцев на Играх и основательнее строить прогнозы результатов выступления команды.

Вместе с тем следует учитывать объективные факторы, которые помешали нашей команде выступить удачнее. Важнейшим из них является коронавирусная пандемия, которая вывела из строя некоторых спортсменов, имевших явную перспективу в олимпийских стартах. В то же время все сборные команды – участники Игр тоже понесли существенные потери и многие выдающиеся спортсмены не смогли или просто отказались от участия в Играх и это снизило уровень конкуренции между соревнующимися.

Помимо отсева спортсменов была еще определенная общая психологическая напряженность для всех участников Олимпийских игр, обусловленная необходимостью строго соблюдения защитного режима, ограничения перемещения, общения в условиях пандемии.

Дополнительный психологический дискомфорт участники Игр испытывали в связи с протестом подавляющей части населения Японии (более 50%) против проведения Олимпийских игр в период пандемии, что могло произвести взрыв количества вновь зараженных коронавирусом. Поэтому надо высказать слова благодарности организаторам Олимпийских игр в Токио, которые сумели четко организовать все процедуры в ходе соревновательной деятельности и контролировать ситуацию.

Еще одной довольно неприятной особенностью прошедших Игр было особое негативное отношение к сборной команде России, и в этом видны явные признаки усиливающегося кризиса всего международного олимпийского движения, о котором все чаще пишут разные авторы [2–4]. Если в ходе соревнований представителей сборной РФ в отдельных видах были заметны некоторые судейские недостатки и мелкие ошибки (скажем во время поединков в фехтовании, в спортивной борьбе, в тхэквондо и др.), которые вполне вероятны и допустимы, функциональны и не принципиальны по сути, то в спортивной ходьбе на 20 км у мужчин – это уже явное недоброжелательство, нарушение судейской этики и отрицание самого духа олимпизма. Что касается судейства художественной гимнастики, то в этой ситуации можно уже говорить о несоблюдении положений Олимпийской Хартии [5], не только олимпийских, но и общечеловеческих моральных норм поведения судей, о чем совершенно справедливо высказалась главный тренер России по художественной гимнастике Ирина Винер-Усманова, Олимпийская чемпионка Ирина Роднина и многие другие специалисты и общественные деятели. При этом ни судейская коллегия, ни МОК после подачи протеста никаких мер не приняли и посчитали инцидент исчерпанным. Не зря И. Роднина вспомнила еще один такой же вопиющий судейский скандал на летних Олимпийских играх в Афинах 2004 года, когда после выполнения российским гимнастом А. Немовым упражнений на перекладине ему была выставлена судьями явно заниженная оценка, лишившая его медали. Действия судей следует расценивать не только как выпад специально против олимпийской сборной России, но и как явный признак кризиса олимпийского движения, уничтожения лучших традиций, символов, девизов и самого духа справедливости, дружеского отношения, всего того, что проповедовал Пьер де Кубертен.

Нельзя закрывать глаза и на то, как сеется подозрительность на применение допинга российскими спортсменами. Надо признать, что некоторые наши спортсмены действительно виноваты и справедливо несут за это наказание. Но почему теперь они стали на протяжении нескольких лет подряд главными виновниками того явления, которое процветает уже давно в спорте высших достижений, в том числе и в олимпийском? Почему не развенчиваются истории применения допинга спортсменами других стран? Почему в одних случаях спортивные федерации, WADA и МОК закрывают глаза на применение допинга зарубежными спортсменами, а для того, чтобы придраться к российскому спортсмену, достаточно просто высказать необоснованное предположение, и оно сразу категорично воспринимается в спортивном мире?

Сколько еще терпеть нам унижения, наблюдая, как российские спортсмены выступают на очередных Олимпийских играх без гимна своей страны, без герба со странным наименованием команды и не очень понятным статусом нейтрального спортсмена? Почему именно сборная России становится изгоем Олимпийских игр? Если вспомнить историю олимпиад, то даже команду Германии в 1936 г. так не унижали, хотя МОК ясно понимал, что представляла собой Германия того времени. По иронии судьбы теперь та страна, которая спасла мир от фашизма, унижена и оскорблена так, как ни одна олимпийская команда другой страны. А ведь в знак уважения к Советскому Союзу после окончания Второй мировой войны МОК направил специальное приглашение участвовать в очередных летних Олимпийских играх 1948 года, о чем, вероятно, все уже давно забыли.

Конечно, находятся спортсмены, тренеры и чиновники олимпийского движения, которые относятся с пониманием и уважением к нашей команде (и стране). Президент МОК Томас Бах неоднократно присутствовал на олимпийских состязаниях с участием российских спортсменов, поздравлял их с успехами и сочувствовал неудачам, охотно общался с ними. Американская гимнастка Симона Байлз проявила симпатию к российским гимнасткам, а наши гимнасты взаимно сочувствовали ей и поддерживали в ходе соревнований.

В тоже время иногда отмечались выпады и против наших спортсменов. Американский пловец Райан Мерфи не смог сдержать огорчения после победы нашего Евгения Рылова в плавании на 100 м и 200 м на спине. Р. Мерфи высказался о том, что на него давит психологический пресс, поскольку ему приходится соревноваться в условиях, когда кто-то нечестно готовился к соревнованиям. Позже он извинился перед нашим спортсменом, но неприятный осадок остался. Другая американская спортсменка, Меган Калмо, выразилась по поводу выигранных серебряных медалей в академической гребле на двойке В. Степановой и Е. Орябинской. Она заявила, что ей «противно видеть» российских спортсменок на пьедестале в составе команды, которой вообще не должно быть на Играх [6]. Ни руководители команды США, ни представители федерации гребного спорта, ни кто-либо другой не осудили такое поведение американской спортсменки. Следующим похожим эпизодом Игр был провокационный вопрос чилийского журналиста Себастьяна Варела Намиа на пресс-конференции российскому теннисисту Д. Медведеву, касающийся допингового скандала с российскими спортсменами. После конфликта и обращения нашего теннисиста в МОК с просьбой лишить за такое поведение журналиста аккредитации с последующими выводами никаких действий в ответ не последовало.

Подобные случаи отрицательно повлияли на состояние наших олимпийцев во время состязаний. Известно, что у всех спортсменов существует феномен характерного «переживания времени» [7], но российские спортсмены переживали особый прессинг, и, видимо, не случайно было зафиксировано около 200 обращений наших олимпийцев к психологу за время Олимпиады [8].

К сожалению, на Играх отмечена еще одна тенденция, которая возможно получит дальнейшее развитие – это участие в соревнованиях трансгендера впервые в истории Олимпийских игр. Им оказалась Лорел Хаббард (Новая Зеландия), безуспешно выступившая в тяжелой атлетике, но вызвавшая большой интерес у публики. К чему это может привести? К исчезновению половых различий между спортсменами с последующим слиянием всех результатов и достижений, к деградации спорта и общества? Вопрос остается открытым.

Кратко рассмотренные основные итоги и тенденции летних Олимпийских игр в Токио поднимают массу вопросов о нынешнем состоянии олимпийского движения в мире и о дальнейшем участии России в этих соревнованиях. Можно с уверенностью сказать, что те тенденции, которые высветились в Токио на прошедших Играх, по отношению к сборной России, не закончатся в ближайшее время. Более того, с большой вероятностью следует предполагать, что такое негативное отношение к российским спортсменам будет не только сохраняться, но и усиливаться. Негатив будет расти в обратной зависимости: чем успешнее мы будем выступать на международных соревнованиях по разным видам спорта, тем больше неприятностей нам придется ожидать. В такой обстановке необходимо определить, как наши спортивные федерации и НОК России будут функционировать в дальнейшем.

Вряд ли Россия будет выключаться из международного олимпийского движения, но следует уже принимать меры для улучшения положения сборной России, повышения ее авторитета и статуса. С этой целью необходимо пытаться установить и наладить отношения в международных федерациях по видам спорта, с Международным олимпийским комитетом. Необходимо продумать и реализовывать комплекс мер по систематическому укреплению меж-

дународных контактов по линии федераций и МОК. Следует организовать строгий контроль и внутренние общероссийские меры для тех спортсменов, которые нарушают спортивный режим, применяют в своей подготовке допинг и этим дискредитируют не только себя, но и весь российский спорт.

Вместе с тем надо создать внутренние условия для стимулирования мотивации всех систематически занимающихся спортом в России. В том числе нужно разрабатывать и внедрять новые виды спортивных соревнований. Учитывая кризис Олимпийских игр, имеется смысл разработать проект нового вида международных соревнований универсального характера параллельно Олимпийским играм. В таких соревнованиях могут участвовать бывшие республики Советского Союза и представители других зарубежных стран, пожелавших подключиться к новым соревнованиям. Соревнования надо сделать привлекательными, иностранцы любят приезжать в Россию.

Предпосылки таких соревнований уже были. После ввода советских войск в Афганистан США начали бойкот очередных Олимпийских игр 1980 года в Москве. На следующие Игры в Лос-Анджелесе (США) в 1984 г. уже не поехали спортсмены стран социалистического лагеря. Так началось противостояние СССР и США, что привело к кризису олимпийского движения, снижению конкуренции между спортсменами, временному падению популярности Игр. В связи с этим в Москве в 1984 г. проводились международные соревнования «Дружба-84», а с 1986 г. по инициативе американского медиамагната Т. Тернера стали проводить «Игры доброй воли». Соревнования нового вида вызвали большую тревогу у МОК, потому что у Олимпийских игр образовался солидный международный конкурент. Со временем необходимость таких состязаний исчезла, но уже появляются мнения о создании новых соревнований, альтернативных современным Олимпийским играм [9, 10].

В России имеется большой многолетний опыт организации и проведения самых крупных международных соревнований, включая летние и зимние Олимпийские игры, а также опыт проведения универсальных внутренних соревнований – чемпионатов, первенств СССР, Спартакиады народов СССР и других. Поэтому России есть чем ответить на недружелюбную политику международных спортивных федераций, МОК и WADA. При разработке новых альтернативных соревнований необходимо учитывать положительный и отрицательный опыт Олимпийских игр. В частности, предлагается опираться на следующие требования к новым соревнованиям. Соревнования должны быть:

– абсолютно «чистыми», без применения допинга и любых других средств и способов, искусственно увеличивающих возможности спортсменов;

– судьи и судейство должны быть совершенно справедливыми, за несправедливое судейство судей должны с позором изгонять навсегда из таких соревнований;

– обязательно и строго должно оцениваться поведение спортсменов, судей, представителей команд, федераций и представителей прессы до соревнований, во время их проведения и после завершения, нельзя оскорблять честь и достоинство соревнующихся спортсменов, необоснованным негативным мнением, предположением, высказыванием и грубым поведением;

– необходимо усилить гуманистическую направленность, духовную составляющую соревнований, включив в них состязания художественного или иного полезного творчества, результаты которых оценивать так же высоко, как и спортивные состязания. Такой опыт у нас уже имеется в виде разработок доктора философских наук, профессора В.И. Столярова, создавшего со своими учениками движение СпАрт [11]. Следует отметить, что с точки зрения культурологo-акмеологического подхода опыт профессора В.И. Столярова – это лучший спортивно-гуманистический проект в мире за последние годы. Поддерживая этот проект, предлагается принять за основу новых состязаний – спортивно-гуманистическое соревновательное двоеборье. Тогда спортсмены, не соответствующие этим категориям, автоматически очистят арену спортивной борьбы;

– снизить уровень материального поощрения спортсменов и повысить уровень их морального статуса в обществе;

– исключить какие-либо политические, националистические и прочие влияния на соревнования.

Предполагается, что разработка и внедрение подобных соревнований может со временем составить конкуренцию Олимпийским играм, организаторам которых придется считаться с ними и очищать олимпийское движение от тех кризисных явлений, которыми оно поражено.

Выводы

1. Летние Олимпийские игры – 2020 в Токио навсегда останутся в истории, как популярные и престижные международные соревнования, впервые проходившие в условиях коронавирусной панде-

мии, оставившей характерный отпечаток на всей организации и проведении олимпийских состязаний.

2. На примере олимпийской сборной команды России – ведущей спортивной державы мирового сообщества – очень выразительно проявились все самые высокие достижения, неудачи и проблемы олимпийского движения современности в процессе допуска спортсменов к соревнованиям, во время участия в них, в судействе этих соревнований, во взаимоотношениях отдельных спортсменов, тренеров, судей, представителей спортивных федераций, WADA и МОК.

3. Наряду с прогрессивными тенденциями в олимпийском спорте все более выразительными становятся явления и факты, свидетельствующие о нарушениях субъектов этой деятельности с точки зрения Олимпийской хартии, идеалов олимпийских игр, что фактически уже привело к кризису олимпийского движения.

4. В очередной раз болезненное участие олимпийской сборной России привело не только к победам, выдающимся результатам и рекордам российских спортсменов, несмотря на все преграды, поставленные перед нашей командой, но и к чувствам неполноценности, унижения, обмана, несправедливости и откровенного необоснованного оскорбления со стороны отдельных субъектов олимпийского движения. Все это может привести к снижению интереса к олимпийским видам спорта и к спорту вообще внутри страны, к ослаблению спортивной мотивации, к отказу от спортивной деятельности, к переезду в другие страны с целью обеспечения нормальных условий для развития и реализации спортивной карьеры наиболее квалифицированных и востребованных отечественных спортсменов. Подобные явления будут способствовать падению конкурентоспособности российских атлетов на мировой спортивной арене, что уже по итогам прошедших олимпийских игр частично зафиксировано.

5. Результаты выступления сборной команды России на летних Олимпийских играх в Токио – 2020 показали, что настал критический момент, требующий не только глубокого основательного анализа состояния международного олимпийского движения и участия в нем российских спортсменов, но и принятия необходимых решений. Эти решения должны быть направлены на оптимизацию ближайшего и перспективного спортивного будущего России, в котором необходимо сохранить национальное достоинство, поднять статус отечественного спорта, добиться уважения со стороны соперников и органов управления олимпийским движением, чтобы вести соревновательную борьбу на равных при одинаковых и ненарушаемых условиях и правилах. Для коренного изменения сложившейся в олимпийском спорте ситуации необходимо детальное изучение тенденций современного олимпийского спорта, разработка и реализация специальной программы действий на государственном, ведомственном и региональном уровнях.

Список литературы

1. Нужно больше золота. В каких видах спорта Россия завоюет медали на Олимпиаде? [Электронный ресурс]. URL: https://www.livesport.ru/tokyo-2020/2021/07/23/russian_medals/ (дата обращения: 11.09.2021).

2. Kruglik I.I., Kruglik I.P., Kuramshin Yu.F. The main «challenges» to the Olympic movement and the actualization of the term «Olympic politics». VIII International Congress «SPORT, MAN, HEALTH» October 12-14, 2017, St. Petersburg, Russia: Materials of the Congress / Ed. V.A. Taimazova. SPb., Publishing House of St. Petersburg. Univ. 2017. P. 33–35.

3. Собянин Ф.И., Ирхин В.Н., Никулина Т.В., Пересыпкин А.П. Современный олимпийский спорт: кризис ценностей // Теория и практика физической культуры. 2018. № 7. С. 94–95.

4. Круглик И.И. Международное олимпийское движение в ракурсе кризиса олимпийской идеи // Здоровье для всех. 2019. № 2. С. 9–12.

5. The Olympic Charter (in effect from August 2, 2015). Switzerland: International Olympic Committee. 2015. 51 p.

6. «Противно видеть»: американская спортсменка высказалась о российской медали. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gazeta.ru/sport/2021/07/29/a_13814318.shtml (дата обращения: 11.09.2021).

7. Собянин Ф.И., Никифоров Ю.Б., Михель С.В. Переживание времени в спорте (психолого-педагогический аспект) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2019. Т. 24. № 179. С. 90–97. DOI: 10.20310/1810-0201-2019-24-179-90-97.

8. Российские спортсмены порядка 200 раз обращались к психологу на Олимпийских играх – 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.championat.com/olympic/news-4424971-rossijskie-sportsmeny-poryadka-200-raz-obrashchalis-k-psihologu-na-olimpijskih-igrah-2021-v-tokio.html (дата обращения: 11.09.2021).

9. Олимпиада без политики. Как родились и почему умерли Игры Доброй Воли. [Электронный ресурс]. URL: https://aif.ru/sport/olymp/olimpiada_bez_politiki_kak_rodilis_i_pochemu_umerli_igry_dobroy_voli (дата обращения: 11.09.2021).

10. Гаврилов Д.Н., Пухов Д.Н. Кризис олимпийского движения // Дискурс. 2016. № 2 (2). С. 27–32.

11. Столяров В.И. «СПАРТ» – инновационная российская программа возрождения гуманности, духовности, целостного развития личности // Спартианская гуманистическая программа: содержание, опыт реализации и перспективы: сборник статей / Под общ. ред. д.ф.н., проф. В.И. Столярова. Саратов: ООО Изд-во «Научная книга», 2012. С. 5–22.

УДК 378.14

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ПЕДАГОГА

Суховиенко Е.А., Севостьянова С.А., Нигматулин Р.М., Мартынова Е.В.

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, e-mail: suhovienko@mail.ru

Формирование профессиональных компетенций будущего учителя математики требует организации мониторинга этого процесса, т.е. систематического отслеживания соответствия уровней сформированности компетенций запланированным результатам обучения. Различные аспекты образовательного мониторинга освещались в педагогической науке. Однако наблюдается дефицит исследований, направленных на разработку мониторинга профессиональных компетенций будущих учителей математики, учитывающих требования профессионального стандарта педагога. Целью исследования является создание модели мониторинга формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики. В статье представлена модель мониторинга формирования профессиональных компетенций будущего бакалавра педагогического образования, последовательно раскрывающая целевой, содержательный, операционно-технологический и коррекционно-результативный блоки. Разработка модели мониторинга позволила сформулировать профессиональные компетенции будущих педагогов и определить индикаторы их достижения в соответствии с требованиями профессионального стандарта педагога с учетом мнения работодателей. В качестве средства реализации мониторинга разработан электронный журнал учета формирования профессиональных компетенций студентов. Для оценки эффективности мониторинга применялись методы экспертной оценки, наблюдения и статистические методы. Реализация модели мониторинга будет полезной в отслеживании уровней сформированности профессиональных компетенций студентов педагогических вузов для обеспечения эффективной подготовки будущих учителей математики.

Ключевые слова: мониторинг, профессиональные компетенции, профессиональный стандарт педагога, подготовка учителя математики, электронный журнал

A MODEL FOR MONITORING THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF A FUTURE TEACHER OF MATHEMATICS BASED ON THE PROFESSIONAL STANDARD OF A TEACHER

Sukhovienko E.A., Sevostyanova S.A., Nigmatulin R.M., Martynova E.V.

South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: suhovienko@mail.ru

The formation of professional competencies of the future teacher of mathematics requires the organization of monitoring of this process, i.e. systematic monitoring of the correspondence of the levels of formation of competencies to the planned learning outcomes. Various aspects of educational monitoring were covered in pedagogical science. However, there is a lack of research aimed at developing monitoring of the professional competencies of future mathematics teachers, taking into account the requirements of the professional standard of a teacher. The aim of the study is to create a model for monitoring the formation of professional competencies of future mathematics teachers. The article presents a model for monitoring the formation of professional competencies of a future bachelor of pedagogical education, consistently revealing the target, content, operational-technological and correctional-effective blocks. The development of a monitoring model made it possible to formulate the professional competencies of future teachers and determine the indicators of their achievement in accordance with the requirements of the professional standard of a teacher, taking into account the opinion of employers. As a means of monitoring, an electronic journal has been developed for recording the formation of professional competencies of students. To assess the effectiveness of monitoring, methods of expert assessment, observation and statistical methods were used. The implementation of the monitoring model will be useful in tracking the levels of formation of professional competencies of students of pedagogical universities to ensure effective training of future mathematics teachers.

Keywords: monitoring, professional competencies, professional standard of a teacher, mathematics teacher training, electronic journal

Мы придерживаемся трактовки мониторинга как системы регулярного отслеживания состояния педагогического процесса, включающей сбор информации, ее хранение, обработку и распространение [1, 2]. Теоретическим основам образовательного мониторинга посвятили свои исследования В.Г. Горб, В.И. Кальней, Е.В. Коротаева, А.А. Кузнецов, А.Н. Майоров, Д.Ш. Матрос, С.Н. Силина, С.Е. Шишов и др. Современные исследования направлены на разработку мониторинга качества образования [3–5], результатов образовательного процесса [6–8], познавательной деятельности студентов [9]. Часть работ посвящена мониторингу формирования компетенций [10], однако мало исследований, направленных на разработку и обоснование мониторинга профессиональных компетенций будущих учителей математи-

ки на основе профессионального стандарта педагога.

Целью исследования является создание модели мониторинга формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики, учитывающего требования профессионального стандарта педагога.

Материалы и методы исследования

Исходя из цели нашего исследования, основным его методом было выбрано моделирование на основе деятельностного подхода к диагностической деятельности. Метод моделирования применялся для выяснения состава и структуры мониторинга, логики развития его компонентов. Компетентностный подход, лежащий в основе федеральных государственных образовательных стандартов, использовался нами при выявлении перечня профессиональных компетенций как требований, определяющих трудовые функции учителя математики. Формулирование профессиональных компетенций потребовало анализа профессионального стандарта педагога и требований работодателей. Методы наблюдения и экспертной оценки являлись основными в практической части исследования.

В экспериментальной работе по реализации модели участвовали 79 студентов факультета математики, физики, информатики Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета с 2018 по 2021 г. Статистическая обработка результатов экспериментальной работы, касающихся повышения уровня сформированности профессиональных компетенций студентов, проводилась с помощью критерия знаков. Результаты экспериментальной работы, касающиеся качества мониторинговой информации, обрабатывались с применением коэффициента корреляции Спирмена и показали высокую степень соответствия результатов мониторинговой оценки уровня сформированности профессиональных компетенций студентов и оценки работодателей.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ работ Е.В. Сергеевой, Н.Н. Ершовой, Е.А. Опфер [6, 10, 11] и др. показывает, что авторы в той или иной степени придерживаются деятельностного подхода к построению модели мониторинга, а именно рассматривают создание и функционирование мониторинга как деятельность, состоящую из цели, средства и результата, связанных процессом. В соответствии с деятельностным подходом в разработанную нами модель мониторинга вошли целевой, содержательный, операционно-технологический и коррекционно-результативный блоки (рис. 1). Раскроем содержание перечисленных блоков модели.

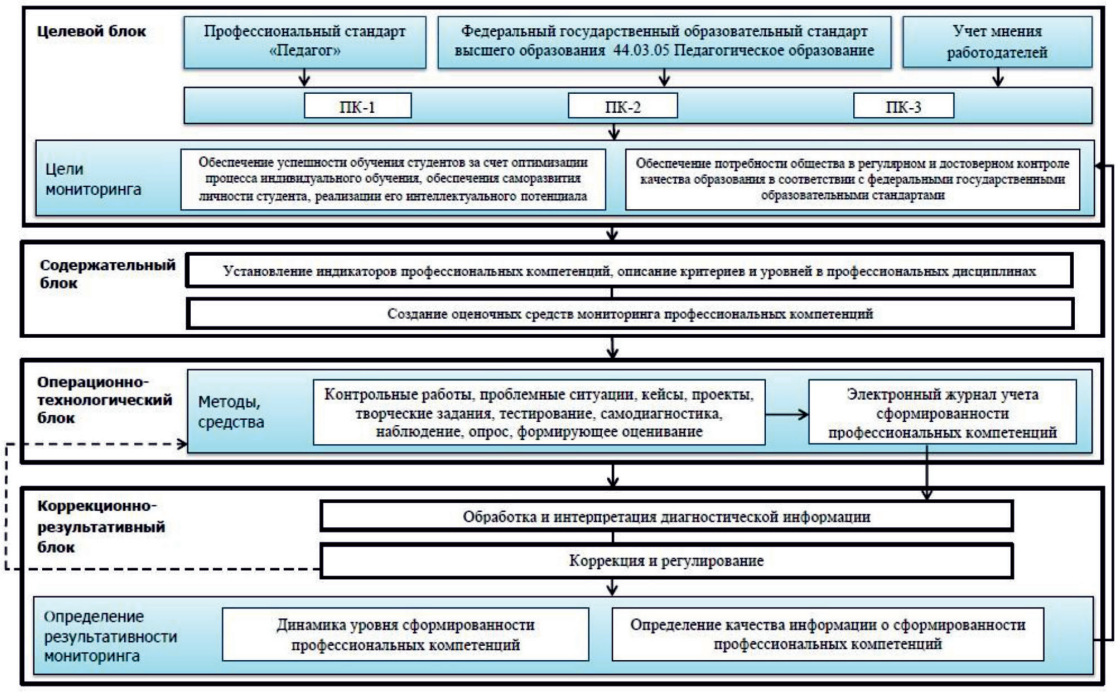


Рис. 1. Модель мониторинга формирования профессиональных компетенций будущего учителя математики на основе профессионального стандарта педагога

Целевой блок модели направлен как на выявление профессиональных компетенций будущего учителя математики, так и на определение целевых установок разрабатываемого мониторинга. ФГОС ВО 3++ по направлению «Педагогическое образование» определяет только универсальные и общепрофессиональные компетенции, предоставляя вузам свободу формулировать профессиональные компетенции с опорой на профессиональные стандарты и мнение работодателей. Профессиональный стандарт педагога регламентирует педагогическую деятельность учителя и воспитателя в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ в основу выделения профессиональных компетенций будущего учителя математики нами были положены обобщенные трудовые функции «Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования» и «Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ» [12]. В состав последней входит модуль «Предметное обучение. Математика». В статье [13] нами проведен анализ этого модуля, позволяющий конкретизировать профессиональные компетенции будущего учителя математики в соответствии со спецификой предмета математики. На основе выявленных требований профессионального стандарта педагога были сформулированы профессиональные компетенции, а затем и индикаторы их освоения (рис. 2). В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта профессиональные компетенции должны быть сформулированы с учетом мнения ведущих работодателей. Сформулированные нами профессиональные компетенции были вынесены на обсуждение работодателей и скорректированы в ходе консультаций с ними. Роль работодателя не ограничивается только согласованием перечня компетенций. Согласно ФГОС ВО 3++, вуз привлекает работодателей при проведении внутренней оценки качества образовательной деятельности. Оценка качества подготовки бакалавров в вузе, как считает Т.А. Вискова, должна осуществляться на основе принципа согласованности действий основных заказчиков образовательных услуг (вуза, обучающихся, работодателей, ФГОС, профессионального стандарта) [4]. Большинство исследователей связывают понятие мониторинга в вузе с управлением образованием [3, 4, 10, 11], и это определяет одну из целей мониторинга (рис. 1). Однако, как пишет Е.В. Сергеева [6], мониторинг учебных достижений студентов должен ориентировать участников образовательного процесса в направлениях работы по закреплению успехов и восполнению пробелов в освоении учебной дисциплины, что определяет не менее значимую цель мониторинга (рис. 1). Перейдем к характеристике *содержательного блока* модели. Представленные на рис. 2 индикаторы достижения компетенций все еще остаются недостаточно конкретными для непосредственного диагностирования уровня сформированности компетенций. Необходимо описание достигнутых студентами уровней сформированности компетенций в рамках изучения отдельных дисциплин. Как пишут Г.А. Таратута и Е.В. Сергеева, в условиях компетентностного подхода система оценочных средств должна быть максимально приближена к условиям будущей профессиональной деятельности бакалавра. Имеется в виду использование заданий, выполнение которых предполагает применение профессиональных знаний и умений, т.е. опору на сформированные профессиональные компетенции [7, 8].

Среди представленных в модели оценочных средств (рис. 1) большое значение мы придаем формирующему оцениванию, которое, по Е.В. Сергеевой [6], позволяет сделать систему мониторинга учебных достижений студентов одним из основных источников создания ситуаций успеха, внутренним регулятором учебной деятельности, обеспечивающим рост учебных достижений в дальнейшем. Развитие идеи формирующего оценивания в ходе мониторинга можно увидеть в работе А.Х. Полихрониди, описывающей концепцию интерактивного мониторинга, основанного на принципах взаимодействия и активности студентов, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи [5]. Другим важным методом мониторинга является самооценка. Е.В. Сергеева [6] полагает, что оценочные процедуры мониторинга должны развивать готовность и способность студентов к рефлексии собственных учебных достижений. Е.А. Семина, работающая над созданием системы мониторинга учебно-познавательной деятельности будущих учителей математики, включает в него программу самооценки уровня сформированности основных элементов профессиональных компетенций [9]. С этим согласуется точка зрения Г.А. Таратуты [7], полагающей необходимым использование индивидуальных и групповых оценок и самооценки.

Рис. 2. Соответствие требований профессионального стандарта педагога и профессиональных компетенций будущего учителя математики

Оценочные средства находят свое применение в *операционно-технологическом блоке* модели. Неизбежно возникает вопрос о фиксации и обработке результатов мониторинга. Е.В. Сергеева и М.Ю. Чандра [8, 14] предлагают заполнять «Профиль компетенций студента», в который заносится оценка демонстрируемых студентами компетенций в течение длительного периода. Мы полагаем, что мониторинг должен обеспечивать не только хранение значительного объема информации о формировании профессиональных компетенций студентов, но и обеспечивать ее эффективную обработку в со-

ответствии с различными управленческими задачами. Поэтому мы разработали электронный журнал, в котором фиксируются результаты контрольных мероприятий по диагностике компетенций академической группы студентов. Журнал позволяет определить уровни сформированности компетенций студентов в каждый момент времени и дает возможность анализировать проблемные места в формировании компетенций каждого студента, группы студентов или по отдельным дисциплинам.

Зафиксированные в журнале учета сформированности компетенций результаты применения оценочных средств в *коррекционно-результативном блоке* обрабатывались, интерпретировались и использовались для принятия управленческих решений. Поскольку средства мониторинга оценивали отдельно знания, умения и трудовые действия, соответствующие каждой компетенции, потребовалась разработка математической модели [13, 15], позволяющей оценить в целом уровень сформированности компетенции каждого студента.

Заключение

В коррекционно-результативном блоке не только оценивались текущие и итоговые результаты формирования профессиональных компетенций студентов, но и проводилась оценка эффективности мониторинга как степени соответствия его целей и результатов. Динамика уровня сформированности профессиональных компетенций для групп студентов, обучающихся с 1 по 3 курс, оценивалась по данным электронного журнала. Для статистической обработки использовался G-критерий знаков. Из 79 студентов повышение уровня сформированности компетенций наблюдалось у 45, понижение – у 7 человек. Для 52 ненулевых сдвигов $G_{кр} = 19$, $G_{эксп} = 7$ (число нетипичных сдвигов). Поскольку $G_{кр} \geq G_{эксп}$, повышение уровня сформированности профессиональных компетенций является достоверным. Качество диагностической информации оценивалось с привлечением работодателей к оценке уровня сформированности компетенций в период практики студентов. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена мониторинговой оценки сформированности компетенций и оценки работодателей составил 0,87. Таким образом, экспериментальная работа по реализации модели подтвердила эффективность построенного на ее основе мониторинга профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО МГПУ им. М.Е. Евсевьева в рамках научно-исследовательской работы «Мониторинг формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики в условиях реализации профессионального стандарта педагога», номер проекта МК-060-21.

Список литературы

1. Суховиенко Е.А., Севостьянова С.А., Нигматулин Р.М., Мартынова Е.В. Мониторинг формирования проектных умений будущих педагогов в период педагогической практики // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 6. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30373 (дата обращения: 30.08.2021).

2. Романюк Д.А., Суховиенко Е.А. Модель мониторинга формирования универсальных учебных действий в процессе обучения математике // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 4 (71). С. 160–164.

3. Сергеева Е.В., Чандра М.Ю. Организационно-педагогические условия реализации мониторинга качества освоения обучающимися основных образовательных программ вуза // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–4. С. 870–874.

4. Вискова Т.А. Организационно-педагогические условия мониторинга качества подготовки бакалавров в вузе // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. № 4 (91). С. 151–162.

5. Полихрониди А.Х. Технология интерактивного мониторинга качества освоения студентами колледжа основной профессиональной образовательной программы: автореф. дис. … канд. пед. наук. Москва, 2015. 30 с.

6. Сергеева Е.В. Мониторинг учебных достижений студентов в целостном учебно-воспитательном процессе вуза // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». 2014. № 6 (33). С. 104–107.

7. Таратута Г.А. Проблема проектирования оценочных средств мониторинга образовательного процесса // Вестник Воронежского государственного университета. 2018. № 4. С. 97–99.

8. Сергеева Е.В. Проектирование оценочных процедур мониторинга результатов освоения основных образовательных программ в педагогическом вузе // Изв. Волгогр. гос. пед. ун-та. 2013. № 10 (85). С. 73–77.

9. Семина Е.А. Организация мониторинга учебно-познавательной деятельности будущих учителей математики в процессе обучения профильным дисциплинам // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2013. № 4 (26). С. 113–117.

10. Ершова Н.Н. Управление формированием профессиональных компетенций в колледже на основе педагогического мониторинга: автореф. дис. … канд. пед. наук. Тольятти, 2016. 28 с.

11. Опфер Е.А. Мониторинг требований работодателей как средство управления качеством образовательного процесса в вузе // Изв. Волгогр. гос. пед. ун-та. 2013. № 10 (85). С. 89–94.

12. Профессиональный стандарт. Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании). Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н, г. Москва. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rg.ru/2013/12/18/pedagog-dok.html (дата обращения 16.08.2021).

13. Суховиенко Е.А. Диагностика профессиональных компетенций магистрантов в свете реализации профессионального стандарта педагога // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 6 (61). С. 37–40.

14. Чандра М.Ю. Паспорт и программа формирования компетенции у студентов вуза // Изв. Волгогр. гос. пед. ун-та. 2012. № 10 (74). С. 71–75.

15. Суховиенко Е.А. Математическая модель рейтинговой системы диагностики компетенций будущих учителей математики // Актуальные проблемы развития среднего и высшего образования. Межвуз. сб. науч. тр. Челябинск: КрайРА, 2015. С. 92–98.

УДК 376.37:373.25

ВАРИАТИВНЫЕ ФОРМЫ ЛОГОПЕДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЕТЕЙ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Устинова А.С., Лукьянова И.Е.

ГОУ ВО «Московский государственный областной университет», Москва, e-mail: ustinova.alina2011@yandex.ru, mpr-mgus@yandex.ru

В статье подробно проанализирован ряд нововведений в области организации логопедической помощи дошкольникам, произошедших на основе реформирования системы дошкольного образования в Москве за пять лет. В данной работе подробно изложены изучаемые уже несколько лет причины закрытия логопедических групп и пунктов, сокращения логопедических кабинетов на базе детских поликлиник, что повлекло за собой ряд внедрений и пересмотра традиционных подходов к организации и оказанию логопедической поддержки ребят дошкольного возраста, а также поиска и разработки новых способов проведения логопедической коррекционной деятельности. Кратко изложены способы педагогической и логопедической работы с детьми раннего возраста, имеющими нарушения речи, на базе дошкольных филиалов образовательных организаций г. Москвы. Для написания работы использовались методические пособия и научные работы специалистов Института специального образования и психологии Московского городского педагогического университета ГАОУ ВО МГПУ. Определены приоритетные направления работы логопедов с родителями детей, имеющих речевые нарушения, а также выделены наиболее важные стороны интерактивной поддержки взаимодействия учителей, родителей и логопедов в образовательной среде, выявлены особенности интерактивной работы логопедов с родителями и детьми-школьниками, имеющими отклонения в развитии. Описаны всевозможные методы и модели логопедической поддержки детей от 2 до 5 лет с нарушениями речи и проанализированы примеры консультативного взаимодействия с родителями, апробированные на базе дошкольных образовательных учреждений Москвы.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста, модели логопедической помощи, речевые нарушения, логопедическая работа, речевые дефекты

DIFFERENT FORMS OF SPEECH THERAPY ASSISTANCE FOR CHILDREN WITH SPEECH DISORDERS

Ustinova A.S., Lukyanova I.E.

Moscow State Regional University, Moskow, e-mail: ustinova.alina2011@yandex.ru, mpr-mgus@yandex.ru

The article analyzes in detail a number of innovations that have occurred on the basis of the reform of the preschool education system in Moscow for five years, in the field of organizing speech therapy assistance to preschoolers. This paper describes in detail the reasons for the closure of speech therapy groups and points that have been studied for several years, the reduction of speech therapy rooms on the basis of children's polyclinics, which led to a number of implementations and revisions of traditional approaches to the organization and provision of speech therapy support for preschool children, as well as the search and development of new ways of speech therapy correctional activities. The methods of pedagogical and speech therapy support for young children with speech disorders on the basis of preschool branches of educational organizations of the city of Moscow are briefly described. To write the work, we used methodological manuals and scientific works of specialists of the Institute of Special Education and Psychology of the Moscow City Pedagogical University GAOU IN MSPU. The priority areas of work of speech therapists with parents of children with speech disorders are determined and the most important aspects of interactive support for the interaction of teachers, parents and speech therapists in the educational environment are highlighted, the features of interactive work of speech therapists with parents and school children with developmental disabilities are revealed. Various methods and models of speech therapy support for children from 2 to 5 years old with speech disorders are described and examples of consultative interaction with parents tested on the basis of preschool educational institutions in Moscow are analyzed.

Keywords: preschool children, models of speech therapy, speech disorders, speech therapy work, speech defects

Речь считается самой необходимой психологической функцией человека. В процессе общения складываются высокие уровни познавательной работы человека и его возможности к понятийному мышлению. Изучая процесс речевого общения, современные ученые заметили, что оно создает ряд условий, необходимых для планирования самостоятельной деятельности и участия в коллективном труде. Но, несмотря на вышесказанное, роль речи в жизни любого человека не ограничивается данными факторами. Тем не менее их предостаточно, чтобы подметить, что речевые отклонения в различной степени (в зависимости от механизмов и причин) оказывают негативное влияние на все составляющие психического развития. При этом они тормозят процесс выстраивания отношений в социальном пространстве. Это очень отрицательно воздействует на процесс формирования высоких уровней познавательной работы, что в абсолютной мере связано с качеством образования, изучения и развития дошкольников.

RETRACTED

Основные особенности речевых нарушений у детей:

– плохое восприятие речи на слух, своей и чужой;

– неподготовленность к простым формам звукового анализа и синтеза;

– проблемы при анализе звуковой составляющей речи;

– характерная общая «смазанность» речи, сжатая артикуляция;

– слабая выразительность и четкость речи.

Каждый ребенок хочет быть успешным. Это чувство ему необходимо для дальнейшего полноценного развития. Для его обеспечения ребенку, имеющему особенности психофизического развития, необходима совместная работа со специалистами, в том числе и с педагогом-логопедом.

В связи с этим логопедическая помощь является важнейшим компонентом образовательной системы, так как количество детей с различными видами речевых нарушений растет с каждым годом. Речевые нарушения у дошкольников не только затрудняют процесс обучения в общеобразовательных учреждениях в будущем, но и препятствуют общению со сверстниками, что может сказаться на их общем развитии.

Логопедическое сопровождение представляется комплексом, который включает в себя исследовательские, коррекционно-развивающие, профилактические, организационные и просветительские мероприятия, необходимые при коррекции проблем речи у детей, которые препятствуют обучению в образовательных учреждениях и изучению образовательной программы, в также затрудняет процесс освоения детей в социуме.

Необходимо учитывать, что само понятие «сопровождение» должно рассматриваться не только в контексте деятельности психологов или воспитателей, но и как комплексная работа других специалистов – логопедов, дефектологов, общественных работников, воспитателей в структуре образовательных учреждений.

Важными задачами логопедического поддержания детей являются:

– разъяснение специальных знаний о логопедии среди педагогов, законных представителей или родителей детей;

– коррекционная помощь для устранения ошибок в развитии письменной и устной речи обучающихся;

– своевременное преодоление и предупреждение проблем, возникающих при освоении детьми общеобразовательных программ.

Российская система специального образования, направленная на организацию психолого-педагогической работы с различными категориями детей, имеющих нарушения речи, а также их семей на дошкольном и школьном уровнях образования, развивалась на протяжении нескольких десятков лет. За это время была накоплена теоретическая и методологическая база, проверенная опытом. С течением времени система несколько изменилась. Разберем эти изменения на примере Москвы [1, с. 188].

Оказание ранней психологической помощи детям с нарушениями речи активно развивалось с конца 1990-х гг. в специальных отделениях дошкольных учреждений, таких как краткосрочные группы, службы ухода, центры ранней поддержки и детские сады. Такие подразделения постоянно испытывали трудности с финансированием. Данный факт ограничивал возможности детей с нарушениями речи и их семей по организации помощи с детства специалистами-логопедами. Кроме того, большая часть детских садов комбинированного типа была преобразована в общеразвивающие организации. Семьи детей с нарушением речи, которые могли бы получить соответствующую логопедическую и педагогическую помощь, испытывают неудобства в связи с закрытием некоторых логопедических групп [2, с. 94]. В данный момент сокращается количество логопедических кабинетов в детских поликлиниках.

Учитывая перечисленные выше факты, можно сделать вывод о том, что специальное дошкольное образование постепенно отошло на второй план, произошли значительные изменения в методиках оказания ранней логопедической и педагогической помощи в структуре образовательных учреждений [3, с. 70].

Цель исследования – изучить и сформулировать ряд вариативных способов логопедического сопровождения детей с речевыми нарушениями.

Место проведения исследования: детский сад № 2623, ул. Бартеневская, 29, Москва.

Сроки проведения исследования: октябрь 2020 г. – январь 2021 г.

Материалы и методы исследования

Необходимо учесть тот факт, что при организации логопедического сопровождения детей раннего и дошкольного возраста необходимо учитывать особенности коммуникативного и двигательного развития детей в этом возрасте. У детей раннего возраста, имеющих небольшие отклонения в развитии речи, а также при проявлении различных форм дизонтогенеза (задержка умственного развития, расстройства аутистического спектра, многочисленные нарушения развития) в качестве вторичного отклонения

RETRACTED

выделяется системное недоразвитие речи в структуре дефекта [4, с. 37]. Если у детей есть тяжелые проблемы в языковом общении или оно вообще отсутствует, то их адаптация среди сверстников с нормальным развитием является сложной задачей.

Вследствие сокращения числа дошкольных организаций, оказывающих помощь детям с речевыми отклонениями, возникло ограничение в проведении коррекционной работы с детьми раннего и дошкольного возраста, имеющими речевые нарушения [5, с. 15]. Это повлияло и на более позднее начало коррекционной деятельности в логопедических группах, теперь в эти группы принимают детей с 5–6 лет. Из-за влияния этих факторов существенно снизилась эффективность коррекции языковых отклонений, что наиболее явно проявляется у детей, страдающих тяжелыми нарушениями речи – ринолалией, дизартрией, заиканием. Все это приводит к увеличению числа детей, посещающих школу и имеющих речевые дефекты. Большинство из них входит в «группу риска» школьной дезадаптации.

Перечисленные выше факторы позволяют сделать вывод о необходимости пересмотра методов, используемых для логопедического сопровождения детей раннего и дошкольного возраста. Помимо этого, возникает необходимость в изыскании всех условий для более успешной организации коррекционно-педагогической и логопедической работы с детьми 2–5 лет, имеющими нарушения речи, которым не оказывается необходимая помощь в рамках государственного финансирования. Таким образом, появится возможность уже с раннего возраста обнаружить дефекты в развитии речи у ребенка и исправить их до поступления ребенка в школу.

Изучение практической деятельности развивающих дошкольных образовательных организаций, вместе с учреждениями начального и основного общего образования, по результатам методических разработок коллектива Института специального образования и психологии Московского городского педагогического университета ГАОУ ВО МГПУ дало возможность развивать более обширное поле работы для логопедов, учитывая особенности современной образовательной системы.

Для организации коррекционной деятельности, направленной на исправление языковых нарушений у детей в раннем и дошкольном возрасте, необходимо понимание особенностей речевого развития каждой категории людей с дефектами речи, языкового онтогенеза [6, с. 71]. При организации коррекционной работы, направленной на устранение данных нарушений у детей, проводят индивидуальные или подгрупповые занятия при совместной работе двух специалистов: логопед и дефектолог, логопед и психолог, логопед и социальный педагог [7, с. 155]. Построение работы таким образом позволит развивать и корректировать речевые навыки у детей в разных видах деятельности, поможет в формировании вербальных и невербальных языковых навыков, повысит эффективность социальной адаптации детей с нарушениями речи, а также обеспечит своевременное двигательное и познавательное развитие.

Результаты исследования и их обсуждение

Мы считаем, что необходимо уделить особое внимание привлечению студентов (бакалавров или магистров) Института специального образования и психологии Московского городского педагогического университета ГАОУ ВО МГПУ для работы воспитателями или социальными педагогами, а также для выполнения тех функций, которые соответствуют их будущей специализации (дефектолог, логопед, сурдопедагог). Данный аспект предполагает освоение студентами знаний и применение их в практической деятельности, что способствует их скорому росту в профессиональной сфере и развитию профессиональных навыков [8, с. 333]. Практическая же деятельность способствует привлечению детей, имеющих отклонения в развитии, в том числе и детей с нарушениями речи, к процессу обучения и коррекции.

В ходе приобщения родителей детей с языковыми проблемами в процесс коррекции и развития, четко прослеживается ориентир и нацеленность на получение положительного результата. Работая с такими детьми, родители (или их представители) должны быть нацелены, прежде всего, на эффективное взаимодействие в триаде «педагог – ребенок с ОВЗ – родитель» [9, с. 106]. Чтобы данная триада лучше функционировала, необходимо разбить работу с родителями детей, имеющих языковые нарушения, на полноценные этапы, взаимодополняющие друг друга (таблица) [10, с. 46].

Приобщение родителей к коррекционной деятельности, интерактивное взаимодействие педагогов, логопедов и родителей в едином образовательном пространстве с учетом актуального положения вещей в системе дошкольного образования – наиболее актуальные направления логопедической помощи семьям, в которых растут дети раннего или дошкольного возраста с нарушениями речевого развития.

RETRACTED

Этапы логопедической работы с родителями детей, имеющих языковые нарушения

№ этапа	Суть работы
1	Диагностика детско-родительских отношений, оценка ситуации принятия родителями ребенка, страдающего языковыми нарушениями, их психолого-педагогических навыков в процессе становления ребенка, исходя из особенностей нормального и аномального развития
2	Проведение очных и индивидуальных занятий с детьми раннего и дошкольного возраста, имеющими нарушения в развитии речи, с привлечением их родителей к этим занятиям. Это положительным образом сказывается на эмоциональном состоянии детей – у них снижается степень волнения и тревожности
3	Изменение восприятия родителей по отношению к детям, уделение особого внимания потребностям и желаниям детей, адекватное отношение к особенностям их развития
4	Формирование у родителей интереса и мотивации к участию в процессе коррекции и развития, развитие желания оказывать помощь ребенку в преодолении языковых нарушений
5	Применение родителями наиболее эффективных способов общения с ребенком, имеющим нарушения речи, необходимых для успешной коммуникации
6	Повышение психолого-педагогической осведомленности родителей, их знаний и навыков в области нормального развития, а также в сфере когнитивных, языковых и двигательных отклонений при различных формах дизонтогенеза
7	Выработка у родителей умения оказывать детям педагогическую, психологическую и логопедическую поддержку, имеющее большое значение для последующего коррекционного процесса
8	Выявление способов для повышения знаний, навыков и способностей ребенка с нарушениями речи родителями в домашней среде
9	Взаимодействие с родителями с целью формирования благоприятных обстоятельств для возможности дальнейшего развития ребенка и коррекции уже имеющихся нарушений в домашних условиях

Все это выявило возможность создания интерактивной консультационной службы как направления и формы работы с родителями для логопеда [11, с. 21]. В условиях данного вида работы могут быть решены важные проблемы, возникшие в моменте обучения.

Данная консультационная служба позволяет логопедам расширять свои знания, благодаря взаимодействию с родителями, использующими базу дошкольных учреждений. Сайт содержит информацию о возможностях структурных подразделений, дающих доступ к необходимым обучающим материалам для детей любого возраста. Он представлен в виде справочника, содержащего обучающую информацию по специфике нормального и аномального развития речи у детей раннего и дошкольного возраста. Данный справочник будет полезен для составления компьютерной диагностической программы, которая позволит определять особенности речевого развития детей [12, с. 106].

Вышесказанное позволяет сделать следующий вывод. В настоящее время моделирование образовательного пространства для детей раннего и дошкольного возраста с речевыми нарушениями и их родителей показало высокую эффективность. Существуют проработки различных вариантов моделирования логопедических услуг на базе негосударственных и государственных детских учреждений. При составлении моделей мы делали акцент на активном участии родителей в коррекционно-логопедическом процессе, а также на повышении их компетенции в вопросах речевого развития у детей с нарушениями речи.

Рассмотрим эти модели:

Модель № 1 – регулярные логопедические занятия с детьми 2–5 лет, имеющими начальную или среднюю степень речевых нарушений, проводимые на базе дошкольных отделений образовательных учреждений. Эти занятия проводятся на индивидуальной основе по желанию родителей. При реализации данной модели проводятся личные беседы с родителями, в которых обсуждаются речевые нарушения ребенка. Результатом таких бесед становится повышение коммуникативных умений родителей в общении с ребенком и закрепление речевых навыков в семье.

Модель № 2 – разработка новой образовательной программы для проведения коррекционной работы с детьми 2–5 лет, имеющими первичные и вторичные речевые нарушения. Данная модель реализуется посредством предоставления образовательной организацией платных услуг по желанию родителей. Помимо этого, предусмотрены как групповые, так и индивидуальные занятия.

Модель № 3 – периодические беседы логопеда с диадой «ребенок с ОВЗ – ро-

RETRACTED

дитель» с проведением коррекционных занятий, направленных на эффективное взаимодействие и двустороннюю активную коммуникацию в диаде «ребенок с ОВЗ – родитель». При проведении логопедической работы в домашних условиях члены семьи получают интерактивную помощь специалиста через сеть Интернет.

Модель № 4 – оказание систематической интерактивной логопедической помощи семье с ребенком от двух до пяти лет, имеющим нарушения речи, при использовании интернет-ресурса, проведение разовых консультаций логопеда и диады «ребенок с ОВЗ – родитель», направленных на обучение родителей новым способам общения с ребенком, современным коммуникационным умениям и навыкам.

Заключение

Разработка и апробация различных вариантов логопедической работы в новых условиях обучения дошкольных отделений образовательных организаций имеет большое значение.

Четкая структурированность и грамотная организация логопедического сопровождения детей, имеющих нарушения речи, приведет к достижению главной цели инклюзивного образования – созданию благоприятной среды для обучения и социального адаптирования детей в образовательном учреждении.

Согласованность действий логопеда, воспитателя, психолога и других специалистов коррекционно-образовательного процесса позволит эффективно выявить и устранить языковые нарушения у детей.

Логопедическое сопровождение должно происходить в близких отношениях с родителями (законными представителями), при ознакомлении их с задачами и особенностями коррекционного процесса, направленного на преодоление неуспеваемости, возникшей вследствие проблем с речью.

Организация развивающей помощи с применением инновационных компьютерных технологий для детей от двух до пяти лет, имеющих различные речевые нарушения, может оказываться на платной основе в образовательном учреждении и является альтернативой традиционному алгоритму логопедической работы.

Список литературы

1. Астахова Л.Б. Заменяемые модели логопедического сопровождения детей раннего и дошкольного возраста в современном образовательном пространстве // Педагогическое образование в России. 2016. № 3. С. 101–107.

2. Безрукова О.А., Каленкова О.Н. Программа формирования средств речевого общения у детей дошкольного возраста с недоразвитием речи // Коррекционно-развивающая образовательная программа для детей 3–6 лет. 2018. № 2. С. 93–96.

3. Григоренко Н.Ю. Логопедическая работа в системе ранней комплексной помощи детям с отклонениями в развитии (на базе службы ранней помощи) // Специальное образование. 2016. № 1. С. 35–39.

4. Григоренко Н.Ю. Основные направления и содержание логопедической помощи детям первых лет жизни с отклонениями в развитии на базе дошкольных образовательных учреждений // Современные проблемы речевого дизонтогенеза: психолого-педагогические аспекты: междунар. сборник научных трудов. 2016. № 5. С. 66–72.

5. Приходько О.Г., Югова О.В. Как научить малыша говорить / Отв. ред. О.А. Безрукова. М.: Проспект, 2019. 217 с.

6. Мануйлова В.В. Моделирование образовательной среды в процессе формирования профессиональной готовности будущих специалистов к работе с детьми с ограниченными возможностями здоровья // Особые дети в обществе. 2015. № 5. С. 152–158.

7. Григоренко Н.Ю., Астахова Л.Б. Возможности использования групповых форм в коррекционно-развивающей работе с детьми раннего возраста с отклонениями в развитии на базе ДОУ // Ранняя комплексная помощь детям с отклонениями в развитии в современном образовательном пространстве. 2018. № 3. С. 40–48.

8. Разенкова Ю.А. Система ранней помощи детям с отклонениями в развитии – приоритетное направление специального образования // Вестник образования. 2015. № 3. С. 104–108.

9. Мануйлова В.В. Подготовка педагогических кадров для работы в едином образовательном пространстве: специальное и инклюзивное образование // Образовательная среда сегодня: стратегии развития. 2015. № 4. С. 333–336.

10. Приходько О.Г. Актуальные проблемы логопедии в российском специальном образовании // Логопедические технологии в условиях инклюзивного обучения детей с нарушением речи. 2017. № 1. С. 11–16.

11. Югова О.В. Вариативные стратегии раннего психолого-педагогического сопровождения ребенка с отклонениями в развитии и его семьи: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2015. 51 с.

12. Югова О.В. Модель раннего психолого-педагогического сопровождения ребенка с отклонениями в развитии и его семьи // Ранняя комплексная помощь детям с отклонениями в развитии в современном образовательном пространстве. 2017. № 2. С. 186–189.

RETRACTED

УДК 378.14

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ»

Фоменко Е.Г., Колькина Е.А.

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», Чита, e-mail: feg2000@yandex.ru

В работе представлены результаты опроса студентов 1–3 курсов педагогического направления Забайкальского государственного университета. Цель данного исследования – изучение мнения студенческой молодежи о сложившейся ситуации в образовании, в условиях вынужденной самоизоляции, а также их отношение к дистанционному обучению в целом и непосредственно обучению дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту». В работе предпринята попытка выявить положительные и отрицательные стороны используемого формата обучения, его организации и возможные сложности, возникающие в процессе реализации образовательных программ. Отмечается, что возникали некоторые трудности в освоении учебного материала и взаимодействия с преподавателем у студентов первого курса, по сравнению со старшими курсами, это объясняется тем, что они были менее адаптированы к самостоятельным заданиям по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту». Среди положительных сторон обучения с применением электронных технологий наиболее значимыми были: обучение в комфортной обстановке и гибкость графика обучения. Как показали результаты опроса, студенты готовы использовать полученные навыки дистанционного обучения в дальнейшем в виде дополнительных занятий или проведения онлайн-консультаций, но в условиях смешанного формата.

Ключевые слова: физическая культура и спорт, студенты, дистанционное обучение, цифровые технологии, двигательная активность

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF DISTANCE LEARNING ON THE DISCIPLINE «ELECTIVE COURSES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORT»

Fomenko E.G., Kolkina E.A.

Transbaikal State University, Chita, e-mail: feg2000@yandex.ru

The paper presents the results of a survey of students of 1-3 courses of the pedagogical direction of the Trans-Baikal State University. The purpose of this study: to study the opinion of student youth about the current situation in education, in conditions of forced self-isolation, as well as their attitude to distance learning in general and directly in the discipline «Elective courses in physical culture and sports». The work attempts to identify the positive and negative aspects of the training format used, its organization and identification of possible difficulties arising in the process of implementing educational programs. It is noted that there were some difficulties in mastering the educational material and interaction with the teacher among 1st year students, compared with older courses, this is due to the fact that they were less adapted to independent tasks in the discipline «Elective courses in physical culture and sports». Among the positive aspects of learning with the use of electronic technologies, the most significant were: learning in a comfortable environment and flexibility of the training schedule. According to the survey results, students are ready to use the acquired distance learning skills in the future in the form of additional classes or online consultations, but in a mixed format.

Keywords: physical culture and sports, students, distance learning, digital technologies, physical activity

Реалии современности, в которых вынужденно оказалось все население планеты, имеют огромное влияние на все сферы жизни нашего общества. Наиболее ощутимы процессы, происходящие в образовательной среде, а именно в высших учебных заведениях. С целью сохранения возможности обеспечения образовательного процесса, все учебные заведения были вынуждены перейти на дистанционный формат обучения, с использованием цифровой образовательной среды. Приоритетной задачей в сложившейся ситуации становится сохранение качества образования, формирование необходимых профессиональных компетенций, развитие навыков самообразования и самосовершенствования в процессе обучения [1].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что дистанционное обучение в сфере высшего образования набирает все большую популярность в сетевом пространстве. Но в условиях пандемии коронавирусной инфекции мы вынужденно совершили переход в данном направлении с целью предупреждения распространения заболевания. В связи с недостаточностью или отсутствием опыта в сфере дистанционных технологий преподавания система высшего образования оказалась в неоднозначной ситуации [2].

Дистанционное обучение реализуется средствами интернет-технологий, предусматривающих интерактивность, где важную роль играет самостоятельная работа студента и, как следствие, увеличение учебной нагрузки и снижение двигательной активности [3]. В создавшейся ситуации, так как большую часть времени обучающиеся проводят за компьютером, ухудшается зре-

ние, осанка, общие показатели здоровья, что обуславливает снижение умственной и физической работоспособности [4].

Ряд исследователей считают, что разработка дистанционных технологий обучения дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту» возможна, но в полной мере заменять практические занятия нецелесообразно по причине специфики дисциплины, которая требует активного взаимодействия студента с преподавателем в процессе физического воспитания [5, 6].

Организация дистанционного обучения в Забайкальском государственном университете была построена на основе Электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), в которой для студентов были созданы личные кабинеты, где они могли получить задание и необходимую информацию для его выполнения. В общении с преподавателем наиболее оптимальными явились сочетания инструментов: социальные сети, электронная почта, аудио- и видеоконференции, видеосервисы, индивидуальные консультации.

Осмысление приобретенных навыков реализации образовательных услуг с применением цифровых технологий, позволит выявить положительные и отрицательные стороны данного процесса и в дальнейшем использовать полученный опыт для улучшения качества преподавания и расширения сферы применения электронных образовательных ресурсов [7].

Цель исследования – выявить отношение студентов к использованию дистанционных технологий обучения в высших учебных заведениях по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту».

Материалы и методы исследования

Материалы исследования – это теоретические данные по изучаемой проблеме применения дистанционного обучения в образовании студентов гуманитарного направления в высшем учебном заведении. Методами исследования являлись: анализ и обобщение специальной литературы, анкетный опрос студентов, математическая обработка собранных данных.

Исследование проведено на базе Забайкальского государственного университета. В опросе участвовали студенты 1–3 курсов.

В результате изучения специальной литературы по исследуемой проблеме отмечается увеличение числа публикаций на тему использования дистанционных технологий в образовательном процессе всех уровней. Авторы отмечают как положительные, так и отрицательные стороны. К плюсам дистанционного обучения можно отнести: возможность участия в образовательном процессе, находясь на расстоянии; снижение эмоциональной напряженности студентов и ППС, вызванной условиями вынужденной изоляции; необходимость и возможность овладения новыми формами преподавания и т.д. Однако многие исследователи отмечают больше минусов в применении дистанционных технологий обучения, связанных с малой подготовленностью электронной образовательной среды, в большей степени связанной с проблемами технического обеспечения.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами были проведены исследования на базе Забайкальского государственного университета среди студентов 1–3 курсов педагогического направления, им было предложено пройти опрос по составленной анкете. Всего в опросе участвовало 323 студента: 121 – 1 курс, 115 – 2 курс, 87 – 3 курс. В ходе анализа полученных данных анкетирования выявили следующие результаты.

Первый блок состоял из вопросов, направленных на изучение отношения студентов ЗабГУ к дистанционному обучению в целом. Так, на вопрос об отношении к формату дистанционного обучения среди студентов 1 курса ответы разделились практически равномерно, различие составило 5% в отрицательную сторону. Респондентам 2 и 3 курса дистанционный формат обучения понравился, 51% и 57% соответственно (таблица).

Студенты всех курсов в большем процентном соотношении хотели бы в дальнейшем использовать дистанционные технологии обучения (вопрос 2). Это можно объяснить тем, что некоторые варианты заданий действительно можно выполнять дистанционно и более оперативно предоставлять преподавателю для проверки, без использования бумажных носителей.

Полностью перейти на электронный формат в образовательном процессе (вопрос 3) респонденты в целом не готовы: ответили «да» 12% студентов 1 курса, 26% студентов 2 курса и 29% 3 курса. Применение смешанного варианта обучения было бы предпочтительней для студентов всех курсов. Была отмечена необходимость непосредственного общения обучающегося с преподавателем, в результате которого повышается мотивация для решения поставленных целей.

1 блок: отношение студентов к дистанционному обучению

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа	1 курс	2 курс	3 курс
1	Нравится ли Вам формат дистанционного обучения?	Да	43%	51%	57%
		Нет	48%	28%	32%
		Затрудняюсь с ответом	9%	21%	11%
2	Хотели бы Вы в дальнейшем использовать дистанционные технологии в образовательном процессе?	Да	42%	51%	59%
		Нет	36%	32%	25%
		Затрудняюсь с ответом	22%	17%	16%
3	Какой вариант обучения в вузе Вам больше подходит?	Традиционный	31%	22%	24%
		Дистанционный	12%	26%	29%
		Смешанный	57%	52%	47%
4	Какие положительные стороны Вы выявили при обучении с использованием дистанционных технологий?	Обучение в комфортной обстановке	51%	41%	27%
		Гибкость графика обучения	26%	45%	46%
		Экономия времени	12%	7%	17%
		Другое	11%	7%	10%
5	Насколько снизилась Ваша двигательная активность с переходом на дистанционное обучение?	25%	34%	41%	43%
		50%	39%	42%	41%
		75%	27%	17%	16%

Среди положительных сторон обучения с применением электронных технологий (вопрос 4) студенты отметили возможность обучения в комфортной домашней обстановке, это было значимым для 51% студентов 1 курса, 41% студентов 2 курса и 27% студентов 3 курса. Предположительно эта ситуация обусловлена процессами адаптации студентов младших курсов. Гибкость графика обучения в большей степени оценили студенты 3 курса (46%), только для 26% первокурсников гибкий график обучения был важен, так как на этом этапе обучения они пока плохо знакомы с особенностями учебного процесса в высшем учебном заведении.

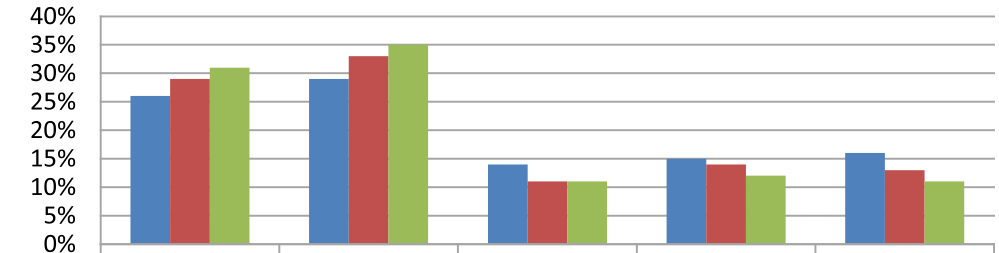
Большинство студентов отметили снижение двигательной активности в связи с обучением в формате онлайн дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту», что в конечном итоге отрицательно сказалось на состоянии здоровья респондентов и, как следствие, снижении их физического развития и физической подготовленности.

Второй блок вопросов направлен на изучение отношения студентов к использованию дистанционных технологий, применяемых в процессе обучения дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту».

Вопрос об отношении студентов к организации дистанционного обучения физическому воспитанию показал, что большее количество студентов выбрали вариант положительно или скорее положительно, чем отрицательно, он составляет от 26 до 35% (рис. 1). Корректная организация дистанционной работы студентов преподавателями кафедры положительно повлияла на качество выполнения заданий. Разработанная система дистанционного обучения, в которой были предложены различные варианты заданий, в комплексе позволила мотивировать студентов к поддержанию должного уровня физического состояния.

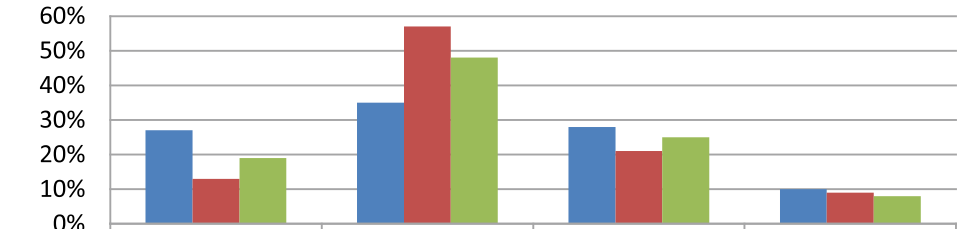
На вопрос о возникших в ходе выполнения заданий трудностях положительно ответили (27%) студентов 1 курса, 13% студентов 2 курса и 19% студентов 3 курса. У большинства студентов (35, 57, 48% соответственно) не возникло проблем при выполнении заданий, незначительные трудности испытывали от 21 до 28% респондентов (рис. 2). В беседе со студентами выяснилось, что одной из ведущих трудностей в процессе выполнения заданий явилось техническое обеспечение и отсутствие времени в связи с увеличением учебной нагрузки.

Из предложенных форматов выполнения заданий большинство студентов всех курсов предпочли теоретические задания (42% первокурсников, 54% второкурсников, 67% третьекурсников). Мы предполагаем, что это связано с низкой технической оснащенностью наших студентов, так как формат онлайн-занятия и видеоотчет предполагает наличие техники и программного обеспечения последнего поколения.



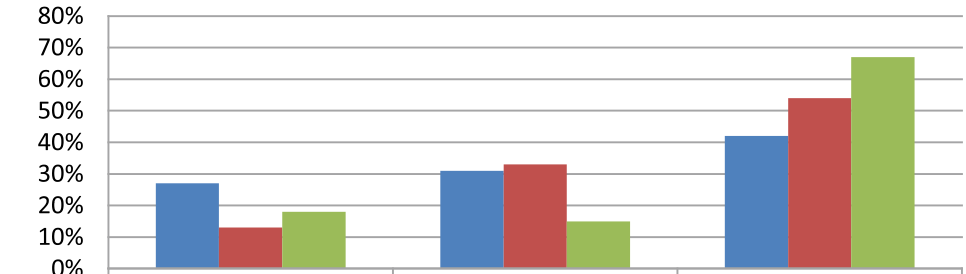
	Положительно	Скорее положительно, чем отрицательно	Отрицательно	Скорее отрицательно, чем положительно	Затрудняюсь с ответом
1 курс	26%	29%	14%	15%	16%
2 курс	29%	33%	11%	14%	13%
3 курс	31%	35%	11%	12%	11%

Рис. 1. Анализ анкетирования студентов по вопросу «Как Вы относитесь к организации обучения дисциплине "Элективные курсы по физической культуре и спорту"?»



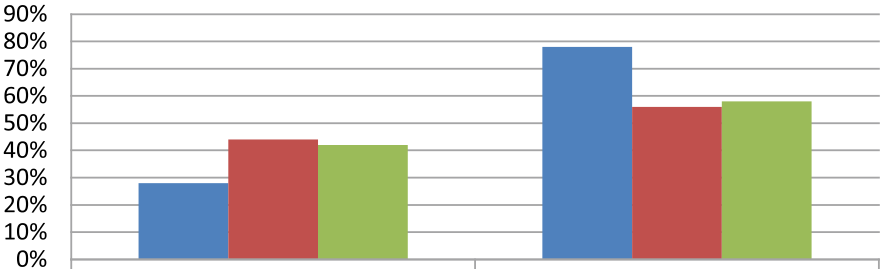
	Да	Нет	Незначительные трудности	Затрудняюсь с ответом
1 курс	27%	35%	28%	10%
2 курс	13%	57%	21%	9%
3 курс	19%	48%	25%	8%

Рис. 2. Анализ анкетирования студентов по вопросу «Возникали ли у Вас трудности в освоении материала по дисциплине "Элективные курсы по физической культуре и спорту"?»



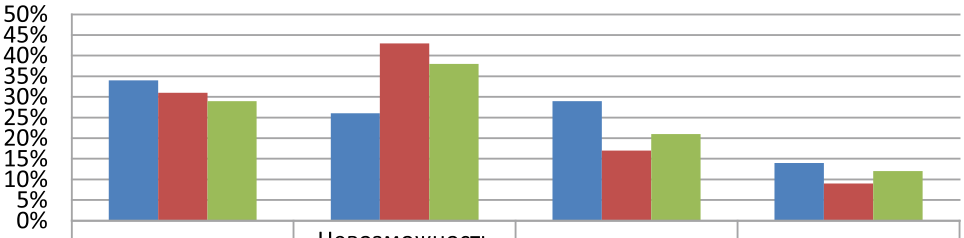
	Онлайн-занятие	Видеоотчет	Теоретические задания
1 курс	27%	31%	42%
2 курс	13%	33%	54%
3 курс	18%	15%	67%

Рис. 3. Анализ анкетирования студентов по вопросу «Какой формат проведения занятий по дисциплине "Элективные курсы по физической культуре и спорту" в дистанционном режиме Вам больше нравится?»



	Дистанционная	Очная
1 курс	28%	78%
2 курс	44%	56%
3 курс	42%	58%

Рис. 4. Анализ анкетирования студентов по вопросу «Какая форма реализации дисциплины "Элективные курсы по физической культуре и спорту" для Вас предпочтительнее?»



	Отсутствие инвентаря	Невозможность контроля выполнения задания преподавателем	Низкий эмоциональный настрой	Другое
1 курс	34%	26%	29%	14%
2 курс	31%	43%	17%	9%
3 курс	29%	38%	21%	12%

Рис. 5. Анализ анкетирования студентов по вопросу «Какие отрицательные стороны проведения занятий по дисциплине "Элективные курсы по физической культуре и спорту" с применением дистанционных технологий Вы выявили?»

Вопрос о предпочтении студентами дистанционной или очной форм проведения занятий по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту» показал, что большинство студентов всех курсов выбрали традиционную форму проведения занятий как наиболее приемлемую (78% студентов 1 курса, 56% и 58% студентов 2 и 3 курса соответственно) (рис. 4). Традиционные занятия позволяют получать положительные эмоции в большей степени, а следовательно, повысить уровень мотивации обучающихся, улучшить физическую подготовленность.

Из отрицательных сторон преподавания дисциплины «Элективные курсы по физической культуре и спорту» в дистанционном формате наиболее значительными оказались отсутствие инвентаря и невозможность контроля выполнения задания преподавателем.

Изучая результаты анкетирования, можно сделать вывод, что студенты понимают значимость предмета для своего здоровья. Постоянное взаимодействие с преподавателем является одним из ведущих факторов для повышения мотивационной составляющей в процессе физического воспитания. Прослеживается положительное отношение к предмету «Элективные курсы по физической культуре и спорту» как к жизненно необходимому, позволяющему поддерживать и укреплять здоровье. Несмотря на то, что в целом студенты относятся положительно к применению дис-

танционных технологий в образовании, они предпочли бы в дальнейшем их использовать только в виде дополнительных занятий либо консультаций.

Заключение

Период вынужденной самоизоляции негативно отразился на всех участниках образовательного процесса. Следует отметить, что обучение с применением дистанционных технологий по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту» приводит к значительному снижению мотивации и двигательной активности студентов и, как следствие, ухудшению здоровья. Учитывая положительные и отрицательные стороны проведения занятий в дистанционном формате, отмеченные студентами, можно сделать вывод, что полностью негативного отношения к цифровому обучению среди студентов выявлено не было. В большей степени они рассматривают использование цифровых технологий в процессе физического воспитания как вспомогательный инструмент. Только непосредственное общение с педагогом обеспечивает студенту необходимое педагогическое руководство для успешного достижения поставленных целей.

Список литературы

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 марта 2020 г. № 397 «Об организации образовательной деятельности в организациях, реализующих образовательные программы высшего образования и соответствующие дополнительные профессиональные программы, в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/ 73645128/ (дата обращения: 17.08.2021).

2. Шутова Т.Н., Андрющенко Л.Б. Цифровизация образовательного пространства вуза в сфере физической культуры и спорта // Теория и практика физической культуры. 2020. № 9. С. 102–104.

3. Смирнова Е.И., Сухостав О.А. Результаты обучения физической культуре в вузе // Вестник Омского педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2020. № 3 (28). С. 137–140.

4. Корчевский А.М., Токарь Е.В. Электронное обучение студентов вуза дисциплинам по физической культуре и спорту // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2020. № 4 (182). С. 220–224.

5. Аверина Л.Ю., Банникова Н.А., Кожанов Г.С. Анализ эффективности дистанционного обучения по «Элективным курсам по физической культуре и спорту» в условиях предупреждения распространения коронавирусной инфекции // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2020. № 6. С. 56–58.

6. Мамонтова О.В., Грачева Д.В., Клинкина Д.А., Бахтина Т.Н. Дистанционное физическое воспитание студентов // Культура физическая и здоровье. 2020. № 4 (76). С. 43–46.

7. Усачев Н.А., Сурнин Д.И. Организация дистанционного обучения в вузах по циклу дисциплин «Физическая культура и спорт» в условиях пандемии // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 7 (185). С. 414–422.

УДК 378.2

АКВАРЕЛЬНЫЕ ЭТЮДЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ КИТАЙСКИХ ВУЗОВ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Чан Хунбинь

ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, e-mail: 78034829@qq.com

Современный учитель изобразительного искусства должен обладать художественным мышлением для обучения и воспитания подрастающего поколения. В педагогическом образовании китайских вузов применение акварельных этюдов на практических занятиях имеет большое значение в развитии художественного мышления будущего учителя. Этюд как кратковременное живописное произведение создается в чувственной форме отражения реальности, передающего настроение и атмосферу состояния изображаемого объекта или предмета. Для пейзажных этюдов большое значение имеет эмоциональная характеристика, которую создает акварель. Пейзажные этюды способствуют освоению техники акварели и влияют на расширение мыслительной деятельности в художественно-эстетическом обучении китайских студентов педагогических вузов. Художественное осмысление окружающего мира в акварельных этюдах воспитывает эстетические чувства восприятия и отражения пейзажей на чувственном уровне ощущений. В процессе восприятия появляющиеся ощущения у студента отражаются в художественных образах. Использование акварельной живописи необходимо для развития художественно-образного мышления обучающихся на разных уровнях образования. При рисовании пейзажей этюды широко распространены в системе обучения китайских педагогических вузов со специализацией в области изобразительного искусства. Постановка проблемы дает возможность определить направление исследования, связанного с пленэрной практикой в китайских вузах.

Ключевые слова: Шанси педагогический вуз, пленэр, мышление, художественное мышление, акварельный пейзаж, акварельный этюд

WATERPROOF SKETCHES AS A MEANS OF FORMING ARTISTIC THINKING STUDENTS OF CHINESE UNIVERSITIES AT THE PLENAIR

Chan Hunbin

The Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, e-mail: 78034829@qq.com

A modern teacher of fine arts must have artistic thinking to teach and educate the younger generation. In the pedagogical education of Chinese universities, the use of watercolor sketches in practical classes is important in the development of the artistic thinking of the future teacher. An etude as a short-term painting is created in a sensual form of reflection of reality, conveying the mood and atmosphere of the state of the depicted object or object. For landscape sketches, the emotional characteristic that watercolors create is of great importance. Landscape sketches contribute to the mastery of the watercolor technique and influence the expansion of mental activity in the artistic and aesthetic education of Chinese students of pedagogical universities. Artistic comprehension of the surrounding world in watercolor sketches brings up aesthetic feelings of perception and reflection of landscapes at the sensory level of sensations. In the process of perception, the student's sensations are reflected in artistic images. The use of watercolor painting is necessary for the development of artistic and figurative thinking of students at different levels of education. When painting landscapes, sketches are widespread in the teaching system of Chinese pedagogical universities with a specialization in the field of fine arts. The statement of the problem makes it possible to determine the direction of research related to plein air practice in Chinese universities.

Keywords: SHANXI pedagogical university, plein air, thinking, artistic thinking, watercolor landscape, watercolor sketch

Высшее образование в Китае постоянно совершенствуется в соответствии с требованиями нового поколения к уровню подготовки педагогов-художников. Для получения профессионального уровня будущих педагогов-художников, владеющих педагогическими и творческими знаниями, умениями, навыками, требуется квалифицированная подготовка, связанная с развитием художественного мышления.

В современном педагогическом образовании Китая большое внимание уделяется практическому обучению будущих учителей. Одним из вузов Китая является педагогический университет Шанси, ведущий подготовку учителей по изобразительному искусству [1]. В программе художественного образования предусмотрены учебная и производственная практики [2]. Программа курса «Набросок акварельного пейзажа» относится к базовой практической части обучения и является частью профессионального блока курса. Выделено 48 часов и 2 кредита, из них 43 практических часа [2]. На производственной практике используется пленэр для формирования профессиональных компетенций будущего учителя.

Пленэр, получивший популярность у импрессионистов как практическая форма обучения профессиональному изобразительному искусству применяется во всех

вузах Китая, специализирующихся в подготовке художников и педагогов-художников. На пленэре одной из основных форм качественной подготовки является акварельный этюд. Техника этюда широко используется в художественном образовании и т.д. Этюд – это работа с натуры, что особенно важно для работы на пленэре [3]. Техники этюда, в том числе акварельного этюда, влияют на развитие профессиональных навыков педагога-художника, в том числе оказывают влияние на формирование художественного мышления.

Цель статьи заключается в обосновании направления научного исследования для дальнейшей апробации в педагогическом университете Шанси (Китай).

Материалы и методы исследования

Художественное мышление создается на основе творческих способностей обучающихся. Творческий опыт дает возможность реализовать полученные знания и навыки живописной техники, полученный в процессе обучения на пленэре. Одной из задач на пленэрной практике является раскрытие творческого потенциала с применением опыта акварельной техники в этюдах [4]. В современном образовании Китая для всестороннего развития личности студента на занятиях используются акварельные техники для активизации мыслительной деятельности студента. Условием для развития художественного мышления является процесс получения знаний как в теоретическом осмыслении, так и на практическом опыте.

В исследованиях ученых художественное мышление рассматривается в разных аспектах научного осмысления. В работе А.Л. Андреева художественное мышление изучается как эстетическая категория [5]. Б.М. Неменский обосновывает художественное мышление в структуре художественного познания [6]. Ю.У. Фохт-Бабушкин исследует процесс мышления в художественной деятельности, раскрывая и интеллектуальные, и творческие способности личности [7]. У Чжоу предлагает рассматривать художественное мышление как процесс сознательной деятельности человека [8, с. 289].

Изучением применения акварели на пленэре занимались многие ученые в научных исследованиях. Обучение работе с акварелью рассматривалось в трудах Г.В. Беды [9]. Творческая подготовка на занятиях по изобразительному искусству с использованием акварели исследовалась в работах В.С. Кузина, С.П. Ломова, Н.Н. Ростовцева, Н.К. Шабанова, Е.В. Шорохова [10, с. 4]. Особенности обучения на пленэре стали объектом внимания в исследованиях [10–13].

Результаты исследования и их обсуждение

В китайских вузах в процессе обучения студенты должны усвоить, что акварельные этюды отличаются композиционным построением пространства на основе несистемных изображений без строгих границ и рамок. На пленэре этюд как кратковременное живописное произведение создается в чувственной форме отражения реальности, передающего настроение и атмосферу состояния изображаемого объекта или предмета. Для пейзажных этюдов большое значение имеет эмоциональная характеристика, которую создает акварель, например воздушность и прозрачность, легкость, холод и тепло, звуки музыки и поэтичность и много других ощущений и переживаний человека.

В формировании художественного мышления применение акварели необходимо, так как акварель обладает свойствами, характерными только для акварели [12]. Технические приемы и методы изображения позволяют передать идеи художественных образов пейзажа, появляющихся в момент всплеска определенных чувств и ощущений, неповторимых и уникальных для каждой личности, когда в процессе мыслительной деятельности создается образ.

Образ в акварельном этюде воплощается на основе художественного мышления в интеллектуальном осмыслении пейзажа. Вдохновение пейзажем отражается не только в эмоциональном отражении художественного образа, оно также позволяет овладеть техниками и приемами акварельной живописи. Так появляется профессиональное мастерство на физическом уровне освоения техники акварельного этюда. Акварельная живопись предполагает применение различных техник: лессировка, роспись по сырой бумаге, отмывка, способ «alla prima», «мозаичный набор», легкие пастозные мазки и другие. Так в сочетании с другими техниками появляются неповторимые акварельные этюды пейзажей. «Наиболее широко на этюдах в пленэре, где продолжительность работы с натуры колеблется от нескольких минут до трех часов, используется прием «алла прима» (от итал. alla prima – «в один присест»)» [13, с. 62].

Студенты, рисуя пейзажи, познают свойства и техники акварели на духовно-эмоциональном уровне, что дает возможность воспитать чувства и ощущения света и цвета, колоритных соотношений в формировании художественно-эстетического вку-

са. Так, на пленэрной практике студенты-бакалавры 4 курса пишут пейзажные этюды в пригороде Шанси (рис. 1, 2).

Рис. 1. Студенты-бакалавры 4 курса. Педагогический университет Шанси. 07.08.2021

Кроме этого, освоение техники акварельных этюдов в изображении пейзажей влияет на профессиональное становление будущего учителя. У обучающегося появляется собственный стиль в изображении воздушного пространства пейзажей. Чувства и эмоции, получаемые в результате пленэрной практики, формируют художественное мышление студента. Получение теоретических знаний во время пленэрной практики дает возможность понять смыслы и значение стилей и течений пейзажной живописи, эстетических представлений, методов и приемов в технике акварели.

Рис. 2. Студенты-бакалавры 4 курса. Педагогический университет Шанси. 07.08.2021

Акварель относится к уникальным средствам формирования творческих навыков будущего педагога-художника [14]. Ощущения воздушного пространства невозможно передать другими материалами. Акварельные этюды помогают через цвет и форму создать атмосферу и иллюзию пространства. Вследствие этого мастерство профессионального владения акварелью дает возможность развивать профессиональные навыки в других техниках. Сложность акварели состоит в том, что невозможно исправить нанесенный цвет, что тренирует навыки сочетания техники и создания художественного образа. Разводы акварели и ее пятна составляют неповторимую авторскую идею в создании художественного образа на пленэре. «При этом технические средства обучения не должны подменять и имитировать природу, притуплять остроту и свежесть первого впечатления от нее» [15, с. 7].

Развитие художественного мышления начинается с раннего возраста. В студенческом возрасте начинается процесс формирования профессионального осмысления живописных техник, поэтому художественное мышление приобретает осознанную форму отражения и восприятия акварели в пленэрной практике. Начинающий педагог-художник под руководством преподавателя изучает основы изображения и базовые знания акварельной техники.

Обучение акварельной технике является сложным процессом, так как акварель обладает определенными свойствами. Для работы с акварелью требуется определенный сорт бумаги, хорошо и равномерно впитывающий воду. Мягкий карандаш применяется без нажимов и стираний. Кисти должны быть мягкими и тонкими для передачи воздушности красок [16, с. 108]. «Работа акварелью предполагает владение кистью как инструментом, техническими способами работы, знание и умение применять основы цветоведения, колористики, воздушной перспективы» [17, с. 7]. В работе с акварелью необходимо учитывать основные приемы, описанные О.Н. Князьковой – многослойный прием, по сухой и по влажной поверхности [18, с. 7]. Кроме этого, существуют и другие акварельные техники в сочетании с другими материалами [19].

В процессе обучения студенты осваивают технику акварели на примерах работ художников, создавших шедевры мирового искусства и хранящих акварельное мастерство акварелиста-художника. Как считали и художники XVIII–XIX вв., акварель передает красоту природных явлений и идеально подходит для изображения пейзажей [17]. В академической школе акварельной живописи сложились устойчивые взаимосвязи между профессионалами и начинающими художниками. Итальянские художники В. Либралато, Х. Гаррисон, Р. Берри написали инструкции работы с акварелью, кото-

рые дают возможность научиться технике, создавая воздушный мир акварельной живописи [20–22]. И сегодня обучение акварели в Китае пользуется популярностью, что демонстрирует необходимость использования акварельной техники в профессиональной подготовке студентов-педагогов.

Профессионализм будущего учителя изобразительного искусства развивается на базе полученных практических навыков работы в разных техниках. При этом важно формировать художественное мышление на профессиональном уровне восприятия и отражения в рецепции окружающего пространства [23, с. 93]. В регулярной работе с акварелью развивается ощущение цветовых сочетаний и градаций света, что дает возможность выразить эмоционально-чувственное восприятие акварели в изображении воздушности и легкости образа. Овладение профессиональным мастерством является ключевым компонентом современного образования. Студент должен знать методы работы с акварелью, включающие соотношение цвета и света, линейную и воздушную перспективы, закономерности изображения объема, пространства и плоскости, особенности этюда и создания гармоничной композиции в художественном осмыслении реальности и ирреальности акварельных образов.

В обучении художественное мышление влияет на становление профессионального мастерства студента. Практический опыт работы с акварельными этюдами создает условия для обретения творческой свободы в художественном воплощении образов. Преподаватель показывает особенности акварельной техники на пленэрной практике (рис. 3).

Рис. 3. Студенты-бакалавры 4 курса. Педагогический университет Шанси. Педагог: Цао Ансинь. 07.08.2021

Мастера китайской акварельной живописи создают произведения искусства, сочетающие традиционные стили и современные направления в искусстве. Например, творчество Цзэн Мина непосредственно связано с акварелью, и в своих работах он передает единство и целостность с природой и миром. Любовь к акварельной технике – это обретение счастья, по мнению Цзэн Мина [24, с. 17]. В акварельных работах художника мы видим мастерство, сочетающее китайские традиции и современный образ, что показывает постижение гармонии художественного мышления китайского мастера акварели.

Природа в творчестве китайских художников является эстетической средой обитания и источником творческого вдохновения. Целостность восприятия с окружающим миром отражается не только в реальном образе предмета изображения, она дает представление о прекрасном на эмоциональном уровне. В процессе мыслительной деятельности художник, осваивая окружающее пространство, формирует собственный стиль изображения, что особенно важно для становления профессионального мастерства студента в обучении. В вузах Китая большое внимание уделяется развитию практических навыков работы студента с разными техниками, в том числе и с акварелью.

Студент, работая на пленэре с акварелью, раскрывает потенциал мыслительной деятельности в освоении художественного пространства. Поэтапное использование акварельной техники в этюде начинается с изучения окружающего мира с выделением предметов и объектов изображения. На следующем этапе обучающийся раскрывает эмоционально-чувственное восприятие через образ в гармонии формы, цвета и света. Множество выполненных этюдов позволяет увидеть недостатки в изображении. Несмотря на это, работа должна продолжаться, так как без практического освоения акварели невозможно сформировать профессиональное мастерство будущего учителя-художника.

В теоретической и практической подготовке китайских студентов важно учитывать множество факторов подготовки профессионала. Современные методы обучения дают возможность применять как традиционные, так и инновационные формы обучения. Поэтому в китайских вузах проводятся реформы образования с использованием достижений российской и европейской педагогики [25, с. 17]. В образовании Китая учитываются и решаются все проблемы обучения, включая методические разработки в области учебной практики с освоением акварельной техники, что отражается в учебных целях и задачах, в планах и программах системы современного образования.

Так как формирование художественного мышления является одной из важнейших задач в обучении студента, необходимо провести исследование для выявления особенностей формирования художественного мышления при работе с акварельными этюдами студентами педагогического университета Шанси в Китае. Именно художественное мышление способствует воспитанию чувств и эмоций в работе с акварелью.

План исследования на 2021–2022 гг.

База исследования – педагогический университет Шанси.

Подготовительный этап (2021 г.) – обоснование актуальности и подготовка экспериментальной работы; анализ учебных программ и условий работы с акварелью; опрос студентов; интервьюирование преподавателей.

Первый этап (2021 г.) – теоретический: анализ научной литературы; определение цели, объекта, предмета, задачи, гипотезы исследования; подготовка и обоснование экспериментального исследования.

Второй этап (2021–2022 гг.) – экспериментальный: выбор методов исследования; подготовка констатирующего эксперимента; анализ результатов; разработка программы изучения; проверка условий формирования художественного мышления студентов педагогического университета Шанси; контрольный эксперимент.

Заключительный этап (2022 г.) – системное обобщение и анализ результатов экспериментального исследования, апробация полученных материалов.

Для дальнейшей работы над поставленной проблемой необходимо определить структуру художественного мышления; раскрыть особенности обучения акварелью студентов педагогических вузов; разработать методы изучения трансформации и реинтеграции процессов художественного мышления в работе с акварельными техниками; выявить взаимосвязь художественного мышления и пленэрной практики на основе типов мышления – дохудожественного, образно-художественного, художественного.

Заключение

Постановка проблемы дает возможность определить направление исследования, связанного с пленэрной практикой. Пленэр создает условия для формирования профессиональных навыков будущего учителя. Учебно-творческая практика – пленэр является частью системной подготовки учителя в китайских вузах. Цели и задачи определены учебными программами. В университете Шанси пленэрная практика на четвертом курсе закрепляет полученные знания по дисциплинам основного модуля бакалавриата: рисунок, живопись. Вследствие логики учебной программы навыки практического мастерства сочетаются с формированием художественного мышления.

На пленэре проявляется профессиональная подготовка к творческой деятельности, необходимой для будущего учителя изобразительного искусства. Качество исполнения акварельных этюдов отражает профессиональную подготовку обучающихся. Совокупность мастерства и результаты ощущений и впечатлений, отраженных в акварельных этюдах, демонстрируют процессы развития художественного мышления. В реальном пространстве акварель создает условия для творческого вдохновения и мыслительной деятельности. Таким образом, пленэр становится одним из показателей профессионального уровня будущего учителя, основанного на развитии художественного мышления, сочетающего творческое и педагогическое мастерство.

Список литературы

1. Официальный сайт «Шанси педагогический университет». [Электронный ресурс]. URL: https://jwcweb.sxnu.edu.cn/info/1228/5760.htm (дата обращения: 02.03.2021).

2. Учебные практики в педагогическом университете Шанси. URL: https://jwcweb.sxnu.edu.cn/jxdg/msxy/msx.htm. Программа курса «Набросок акварельного пейзажа». Шанси педагогический университет. [Электронный ресурс]. URL: https://jwcweb.sxnu.edu.cn/info/1228/5760.htm (дата обращения: 06.03.2021).

3. Пронина К. Особенности краткосрочных упражнений на начальном этапе обучения студентов живописи в условиях пленэрной практики // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2017. № 2 (15). С. 104–107.

4. Головачева Н.П. Некоторые методические аспекты пленэрной живописи // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2015. № 4 (8). С. 61–63.

5. Андреев А.Л. Художественное мышление как эстетическая категория. М.: Знание, 1981. 64 с.

6. Неменский Б.М. Искусство как опыт человеческих отношений. М., 2012. 100 с.

7. Фохт-Бабушкин Ю.У. Искусство и духовный мир человека. М.: Знание, 1982. 107 с.

8. У Чжоу. Молодежь и общество // Журнал «Молодежь и общество». Юньнань, 2003. № 09. С. 289.

9. Беда Г.В. Основы изобразительной грамоты. М.: Просвещение 1989. 192 с.

10. Семенова М.А. Эстетика акварельной живописи в подготовке будущих педагогов-художников: автореф. дис. … докт. пед. наук. Москва, 2015. 42 с.

11. Львова Е.В. Пленэр как целостный художественно-педагогический процесс в системе подготовки педагогов декоративно-прикладного искусства // Научный электронный журнал «Меридиан». 2020. № 5 (39). С. 186–188.

12. Полынская И.Н. Обучение студентов технологии и технике акварельной живописи в условиях пленэра // Высшее образование сегодня. 2018. № 5. С. 60–63.

13. Сова О.С. Пленэр как фактор формирования художественно-педагогических умений будущих учителей изобразительного искусства // Вестник Белорусского государственного педагогического университета. Серия 1. Педагогика. Психология. Филология. 2018. № 1 (95). С. 33–37.

14. Семенова М.А. Акварель. Эстетико-педагогический аспект: монография. М.: Ювента, 2013. 175 с.

15. Игнатьев П.А. Проведение городской пленэрной практики у будущих художников традиционного прикладного искусства // Декоративно-прикладное искусство и образование. 2016. № 4 (19). С. 95–104.

16. Шаюнова О.В. Акварельный пейзаж Петербурга: учебная работа и музейный аналог // Дизайн и художественное творчество: теория, методика и практика. Материалы Второй международной научно-практической конференции. 11–12 октября 2018 года. СПб.: Изд-во: СПГУПТД, 2018. С. 499–503.

17. Кожевникова Н.И. Акварель в развитии колористического видения на начальном этапе обучения живописи // Педагогический опыт: от теории к практике. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции / Под ред. О.Н. Широкова [и др.]. М., 2018. С. 129–133.

18. Князькова О.Н. Методика выполнения живописных этюдов акварелью в условиях пленэра // Акварель в учебе и творчестве: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (15–16 ноября 2017 г.). Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. С. 105–114.

19. Акварель в учебе и творчестве: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (15–16 ноября 2017 г.). Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. 380 с.

20. Либралато В., Лаптева Т. Рисуем цветы акварелью. Пошаговое руководство от итальянского мастера / Ред. М. Расторгуева. М.: Изд-во: Эксмо, 2017. 104 с.

21. Гаррисон Х. Как рисовать пейзажи акварелью: от фотографии и наброска к собственным шедеврам всего за шесть простых приемов / Пер. с англ. Л.А. Борис; фотогр. Д. Корниша. М., 2011. 159 с.

22. Берри Р. Как рисовать цветы акварелью: создайте собственные шедевры за шесть простых приемов / Пер. с англ. И.Д. Голыбиной; гл. ред. Т.И. Хлебнова. М., 2011. 159 с.

23. Филиппов С.А. Перцепция и рецепция в теории искусства // Вестник РГГУ Серия «Философия. Социология. Искусствоведение». 2019. № 1. С. 87–97. DOI: 10.28995/2073-6401-2019-1-87-97.

24. Анчуков С.В., Ян Ф. Национальные и интернациональные черты произведений китайского художника-акварелиста Цзэн Мина // Университетский научный журнал. 2020. № 56. С. 11–24.

25. Ян Ж. Впереди еще длинный путь: модернизация китайских университетов // Международное высшее образование. 2014. Вып. 77. С. 24–26. [Электронный ресурс]. URL: https://ihe. hse. ru/data/2014/10/30/1102493203/WHE_77 (дата обращения: 12.08.2021).