

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала

top-technologies.ru/ru

Правила для авторов:

top-technologies.ru/ru/rules/index

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПА037

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор, Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., профессор, Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., профессор, Алов В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., профессор, Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., профессор, Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., профессор, Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., профессор, Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А. (Челябинск); д.г.-м.н., профессор, Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., профессор, Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., профессор, Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., профессор, Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., профессор, Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Горбатько С.М. (Москва); д.т.н., профессор, Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., профессор, Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., профессор, Долгова В.И., (Челябинск); д.т.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, Завражных А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загrevский О.И. (Томск); д.т.н., профессор, Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., профессор, Иванов 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, Магис 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, Скряпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., профессор, Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., профессор, Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., профессор, Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., профессор, Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., профессор, Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., профессор, Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., профессор, Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., профессор, Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., профессор, Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., профессор, Шарафеев И.Ш. (Казань); д.т.н., профессор, Шишков В.А. (Самара); д.т.н., профессор, Щипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., профессор, Яблокова М.А. (Санкт-Петербург)

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

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

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

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

Подписано в печать – 29.06.2021

Дата выхода номера – 29.07.2021

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. 12

Тираж 1000 экз.

Заказ СНТ 2021/6

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

ОБ ИНТЕГРАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ НАУКОЕМКИХ АГРО-ПОЖАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Белозеров В.В., Катин О.И., Никулин М.А.</i>	239
ВЫБОР ПАРАМЕТРА СГЛАЖИВАЮЩЕГО КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ШУМА ИЗМЕРЕНИЙ <i>Воскобойников Ю.Е., Боева В.А.</i>	248
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАУЧНЫХ СООБЩЕСТВ И БИЗНЕС-СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ ОБМЕНА НЕМАТЕРИАЛЬНЫМИ АКТИВАМИ <i>Гусарова О.М.</i>	254
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ВРЕМЕННЫМИ РЯДАМИ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТОКОВ ДАННЫХ <i>Казаков Ф.А., Шнайдер А.В.</i>	260
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ В РЕАЛЬНЫХ АРЕАЛАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Кузнецов А.В.</i>	265
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ПО ДАННЫМ ВИБРОДИАГНОСТИКИ <i>Паранук А.А., Бунякин А.В., Румянцев С.В., Субочев О.Г.</i>	270
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА <i>Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Хитров Е.Г., Савченко И.И., Евтеева К.С.</i>	277
ИССЛЕДОВАНИЕ КАМЕРНОГО ДВУХМЕМБРАННОГО ПРИВОДА С ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ ИЗГИБНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ОПОР ШТОКА <i>Сысоев С.Н., Данг Х.Л., Королев В.Е.</i>	282

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

СТАТЬИ

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКТИВИЗАЦИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ <i>Абдурахманов С.Р., Ибрагимова А.Р.</i>	288
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ <i>Беспалько А.А., Камскова И.Д., Горская Н.Н., Сочнева Н.В.</i>	293
ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В КАДРОВОЙ ПОЛИТИКЕ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Быстров В.А., Борисова Т.Н., Дубовик Ю.В., Бобко Т.В., Сидорова Л.Е.</i>	299

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ И ДИАЛОГОВЫХ ТРЕНАЖЁРОВ «ONLINETESTPAD» В ПРАКТИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО	
<i>Горлова Е.А.</i>	306
ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	
<i>Егорычева Е.В., Тюрина С.Ю., Сидоров А.А., Орлова Е.В.</i>	312
ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Кобызева Н.И., Попова А.М., Аргунова Н.В.</i>	317
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕДАГОГА-МАТЕМАТИКА	
<i>Одинцова Л.А., Бронникова Л.М., Афонина М.В.</i>	323
СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МАТЕМАТИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	
<i>Сарванова Ж.А., Кочетова И.В., Кирсанова А.А.</i>	330
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КУРСАНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МВД РОССИИ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ БОЕВЫХ ПРИЕМОВ БОРЬБЫ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ	
<i>Славко А.Л., Пужаев В.В.</i>	335
О СОДЕРЖАТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	
<i>Фокин Р.Р.</i>	340

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

ABOUT INTEGRATION OF MODERN SCIENTIFIC AGRO-FIRE TECHNOLOGIES <i>Belozеров V.V., Katin O.I., Nikulin M.A.</i>	239
SMOOTHING CUBIC SPLINE PARAMETER CHOICE IN CASE OF UNKNOWN MEASUREMENT NOISE CHARACTERISTICS <i>Voskoboynikov Yu.E., Boeva V.A.</i>	248
FUNCTIONAL MODEL OF INTERACTION BETWEEN SCIENTIFIC COMMUNITIES AND BUSINESS STRUCTURES IN THE PROCESS OF EXCHANGING INTANGIBLE ASSETS <i>Gusarova O.M.</i>	254
USING NEURAL NETWORKS WITH TIME SERIES OF DATA TO ANALYZE DATA FLOWS <i>Kazakov F.A., Shnaider A.V.</i>	260
ANALYSIS OF USING LOG TRUCKS IN REAL AREAS OF OPERATION <i>Kuznetsov A.V.</i>	265
CALCULATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF SLIDING BEARINGS OF GAS TURBINE ENGINES BASED ON THE RESULTS OF VIBRATION MEASUREMENTS <i>Paranuk A.A., Bunyakina A.V., Rumyantsev S.V., Subochev O.G.</i>	270
SOLVING PROBLEMS OF INFORMATION SECURITY WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE <i>Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Khitrov E.G., Savchenko I.I., Evteeva K.S.</i>	277
STUDY OF A DOUBLE DIAPHRAGM CHAMBER TYPE ACTUATOR WITH BENDING DEFORMATION LIMITERS OF PUSH ROD SUPPORTS <i>Sysoev S.N., Dang Kh.L., Korolev V.E.</i>	282

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

ARTICLES

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THINKING SKILLS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS <i>Abdurakhmanov S.R., Ibragimova A.R.</i>	288
PRACTICAL IMPLEMENTATION OF MODERN FORMS OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS <i>Bespalko A.A., Kamskova I.D., Gorskaya N.N., Sochneva N.V.</i>	293
FEATURES OF INVESTMENT IN HUMAN CAPITAL IN THE ORGANIZATION'S PERSONNEL POLICY <i>Bystrov V.A., Borisova T.N., Dubovik Yu.V., Bobko T.V., Sidorova L.E.</i>	299

USING THE SERVICE FOR PREPARING INTERACTIVE TASKS AND DIALOGUE SIMULATORS “ONLINETESTPAD” IN THE PRACTICE OF TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE <i>Gorlova E.A.</i>	306
INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TECHNICAL UNIVERSITY <i>Egorycheva E.V., Tyurina S.Yu., Sidorov A.A., Orlova E.V.</i>	312
TEACHING STUDENTS WITH MENTAL RETARDATION IN INCLUSIVE EDUCATION <i>Kobyzeva N.I., Popova A.M., Argunova N.V.</i>	317
DESIGNING A MASTER’S PROGRAM IN THE SYSTEM OF LIFELONG EDUCATION TEACHER-MATHEMATICS <i>Odintsova L.A., Bronnikova L.M., Afonina M.V.</i>	323
MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF METHODOLOGICAL COMPETENCE OF MATHEMATICS STUDENTS OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY <i>Sarvanova Zh.A., Kochetova I.V., Kirsanova A.A.</i>	330
OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF FORMATION OF PHYSICAL QUALITIES OF CADETS OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA, NECESSARY FOR THE USE OF COMBAT TECHNIQUES OF STRUGGLE AT THE INITIAL STAGE OF TRAINING <i>Slavko A.L., Puzhaev V.V.</i>	335
ON THE CONTENT ASPECT OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN MODERN HIGHER EDUCATION <i>Fokin R.R.</i>	340

СТАТЬИ

УДК 614.842/.847:631.145/.147

**ОБ ИНТЕГРАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ НАУКОЕМКИХ
АГРО-ПОЖАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

¹Белозеров В.В., ¹Катин О.И., ²Никулин М.А.

¹ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
Ростов-на-Дону, e-mail: safeting@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,
Тюмень, e-mail: pojar_2003@mail.ru

Статья посвящена проблемам развития наукоемких технологий в сельском хозяйстве и противопожарной защите сельхозугодий и лесных массивов. Описаны примеры наиболее современных решений в области мониторинга состояния сельскохозяйственных культур и лесов с помощью беспилотных летательных аппаратов и мотодельтапланов, малой авиации и вертолетов. Приводятся результаты сравнительного анализа затрат и производительности по обработке сельхозугодий, включая решения, применяемые для тушения степных и лесных пожаров в России. Описываются последние достижения в разработке дирижаблей для этих целей, включая запатентованный авторами способ использования гибридных дирижаблей при патрулировании труднодоступных и удаленных территорий, для обнаружения и борьбы с пожарами с применением нанотехнологии газоразделения для замены основного огнетушащего средства (воды) на атмосферный азот. В этом случае исключается основной недостаток современной противопожарной авиации – необходимость возврата к водоему или аэродрому для пополнения запасов воды, при этом кардинально снижаются затраты по тушению пожаров на больших площадях, а также появляется возможность «беспарашютного десантирования» спасателей или специалистов с противопожарной или сельскохозяйственной техникой. Представлены результаты синтеза модели интеграции противопожарных функций и агротехнологий точного земледелия в агропожарном дирижабле.

Keywords: агротехнологии, беспилотные летательные аппараты, сельскохозяйственная авиация, противопожарная авиация, мембранные и термомангнитные нанотехнологии, интеграция технологий безопасности и агротехнологий, гибридные дирижабли

**ABOUT INTEGRATION OF MODERN SCIENTIFIC
AGRO-FIRE TECHNOLOGIES**

¹Belozеров V.V., ¹Katin O.I., ²Nikulin M.A.

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: safeting@mail.ru;

²State Agrar University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, e-mail: pojar_2003@mail.ru

The article is devoted to the problems of the development of science-intensive technologies in agriculture and fire protection of agricultural lands and forests. Examples of the most modern solutions in the field of monitoring the state of agricultural crops and forests using unmanned aerial vehicles and motor hang-glidern, small aircraft and helicopters are described. The article presents the results of a comparative analysis of the costs and productivity of processing farmland, including solutions used to extinguish steppe and forest fires in Russia. The latest advances in the development of airships for these purposes are described, including the patented method of using hybrid airships when patrolling hard-to-reach and remote areas, for detecting and fighting fires using gas separation nanotechnology to replace the main extinguishing agent (water) by atmospheric nitrogen. In this case, the main drawback of modern fire-fighting aviation is eliminated – the need to return to a reservoir or an airfield to replenish water supplies, while the costs of extinguishing fires in large areas are dramatically reduced, and there is also the possibility of «parachute-free landing» of rescuers or specialists with fire-fighting or agricultural equipment. The results of the synthesis of a model for the integration of fire-fighting functions and agricultural technologies of precision farming in an agro-fire airship are presented.

Keywords: agricultural technologies, unmanned aerial vehicles, agricultural aviation, anti-fire aviation, membrane and thermomagnetic nanotechnologies, integration of safety and agricultural technologies, hybrid airships

Современное направление развития сельского хозяйства связано с внедрением агротехнологий точного земледелия, основы которого были заложены в середине прошлого века академиком ВАСХНИЛ И. С. Шатиловым [1].

Однако в системе современного отечественного растениеводства, которое «отошло» и от органического земледелия 19-го века [2], и от «природоподобных технологий» академика И.С. Шатилова 20-го века,

очевидно, из-за «потребительских экономических моделей» и «устаревшей» концепции продовольственной и водной безопасности ФАО [3], российские чиновники «забыли» о том, что почва является «живой» и требует особого отношения, для сохранения плодородия [2,4].

В настоящее время в мире на значительных площадях уже используются так называемые альтернативные системы земледелия, например, биодинамическое

земледелие и способы землепользования без обработки почвы, позволяющие получать не только достаточно высокие и рентабельные урожаи, но и восстанавливающие состав и структуру почвы, чтобы будущие поколения имели почву с более высоким уровнем плодородия [2,5].

Однако, не менее сложной и важной задачей является сохранение урожая от природных и техногенных событий [5,6], в том числе от пожаров сельхозугодий, лесов и торфяников, которые не только уничтожают урожаи полей и садов, но делают непригодным для посевов на долгое время верхний слой почвы [6,7].

Цель исследования – нахождение условий самоорганизации агротехнологий и технологий противопожарной защиты сельхозугодий. Дело в том, что в настоящее время и для агротехнологий точного земледелия, и для контроля состояния почв, и для раннего обнаружения загораний разрабатываются и применяются различные системы мониторинга полей, садов и лесов, начиная от малой авиации и дельтапланов (рис. 1), и заканчивая беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и спутниками [8-11], но все это, по мнению авторов, делается бессистемно [3,12,13].

Результаты исследования и их обсуждение

У малой авиации большая дальность полета и грузоподъемность, что позволяет не только контролировать, но и обрабатывать большие территории, однако затраты на их эксплуатацию достаточно велики. [9].

Легкие летательные аппараты, такие как «Бекас», «СУ-38», «Спектр», «НАРП» (рис. 1 «в») пользуются большим спросом и способны обрабатывать более 1000 гектаров в день [9]. Для обработки меньших территорий активно применяются мотодельтапланы (рис. 1 «б»), оснащенные специальными распыляющими установками, среди которых наиболее распространены: «Агротруль-04», «Горизонт» и др. При этом производительность таких аппаратов достигает 500 гектаров в день [13]. Для распыления химикатов применяются и вертолеты (рис.1 «г»), отличительной особенностью которых является более точная обработка сельхозугодий, чем у мотодельтапланов и самолетов, а воздействие на распыляемое вещество потоков воздуха от винта обеспечивает его более равномерное распределение. Однако затраты при этом колеблются около 40 тысяч рублей за один летный час [10].



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. БПЛА (а), мотодельтаплан (б), малая авиация (в) и вертолеты в агротехнологиях

Развитие технологий спутниковой и оптической навигации привело к бурному росту числа БПЛА (рис.1 «а»), применяемых в различных областях деятельности человека [8], в том числе в агропромышленном комплексе. Указанные возможности навигации обеспечивают точное позиционирование над сельхозугодиями, обеспечивая возможность распознавания распространения болезней и вредителей, в том числе для последующей обработки территории различными химсоставами. В качестве примеров таких многофункциональных дронов можно привести модели P4 Multispecial и Agras T16, которые применяются для мониторинга, благодаря современной системе камер различного спектра и программным алгоритмам обработки данных (рис. 2 «а»). Однако полетное время P4 Multispecial составляет до 28 минут и радиус передачи сигнала до 7 км, а дрон Agras T16 обеспечивает управление на расстоянии до 5 км и обработку площади до 10 гектаров в час [8,13].

Малая грузоподъемность и небольшое время работы на аккумуляторах делает невозможным применение БПЛА на больших площадях, в удаленных или труднодоступных местах. Поэтому решением проблемы могут стать дирижабли, в том числе – гибридные (рис.2 «б»), сочетающих в себе свойства самолетов, дирижаблей и вертолетов [13-16].

Главное преимущество дирижаблей – минимальные затраты энергии на поддержание высоты, т.к. путем регулирования подъемной силы, они способны зависать на определенной высоте за счет аэростатического эффекта, не изменяя своей грузоподъемности. Благодаря этому, эксплуатационные затраты дирижабля при-

близительно в 1000 раз ниже эксплуатационных затрат вертолета [13,14], а стоимость производства в 10 раз меньше стоимости производства вертолета [14-16].

Принципиальным преимуществом является тот факт, что для посадки и взлета дирижаблям не требуются специально оборудованные установки и аэродромы, откуда следует их высокая эффективность в решении задач «точного земледелия», т.к. дирижабль, имея грузоподъемность, измеряемую десятками тонн, может быть оснащен любой современной навигационной аппаратурой, измерительными приборами и агротехнологическим оборудованием, в том числе для полива, внесения удобрений и т.д., как на больших площадях сельхозугодий, так и на отдельных участках полей [13,16].

В тоже время в весенне-летне-осенние сезоны, т.е. в периоды интенсификации агротехнических процессов земледелия, растениеводства, садоводства и лесоводства, в т.ч. из-за «человеческого фактора» и высокой температуры воздуха, повышается вероятность возникновения пожаров сельхозугодий и лесных массивов [11].

Авиалесоохрана и МЧС России обладает крупным и укомплектованным парком пожарных самолетов и вертолетов. В их числе самый большой в мире вертолет МИ-26, а также Ми-8 (рис. 3 «в») и «г»), и самолеты Ил-76ТД и БЕ-200 (рис. 3 «а») и «б»). Ил-76ТД оснащен резервуарами объемом 42 тонны и способен опустошить их за 8 секунд, однако, для наполнения резервуаров ему требуется возвращаться на аэродром, как и вертолетам – до ближайшего водоема. БЕ-200 заполняет свои резервуары водой в течение 16-ти секунд в режиме глиссирования по поверхности водоемов [11-12].



Рис. 2. Сканирование сельхозугодий с БПЛА (а) и дирижабль (б)



Рис. 3. Самолеты ИЛ-76Т (а) и БЕ-200 (б), вертолеты Ми-8 (в) и Ми-26 (г)

Пожарные вертолеты МИ-8МТВ-1 и МИ-26Т выполняют задачу тушения пожара с большей точностью, для чего оснащаются специальными внешними подвесными водосливными устройствами (ВСУ). К МИ-8 подвешивается ВСУ-5 емкостью на 4 тонны воды, а МИ-26Т оснащается ВСУ-15 емкостью до 15 тонн. При этом вертолеты могут перевозить личный состав к месту пожара или выполнять эвакуацию, а также осуществлять эффективное тушение на местности со сложным рельефом, доступ к которой для самолетов невозможен [17].

Тем не менее, существенными недостатками применения вертолетов и самолетов являются,

во-первых, отсутствие, как правило, водоемов и аэродромов вблизи мест загораний и пожаров, что приводит к «паузам» в туше-

нии пожаров, из-за необходимости перемещения между водоемами и очагами горения для дозаправки водой, а также для заправки топливом, в результате чего пожар успева-

ет распространиться, во-вторых, значительные затраты, как на эксплуатацию в пожароопасный период, так и на обслуживание авиационной техники и «простой персонала» в зимние периоды.

Для устранения главных недостатков – ограниченности огнетушащего состава (ОТС) и непроизводительного «пережога топлива» на перелеты к водоемам, при дозаправке водой, для вертолета Ми-26 [18] и для вертолета Ми-8 [19] были разработаны способы тушения лесных и степных пожаров атмосферным азотом, защищенные патентами РФ.

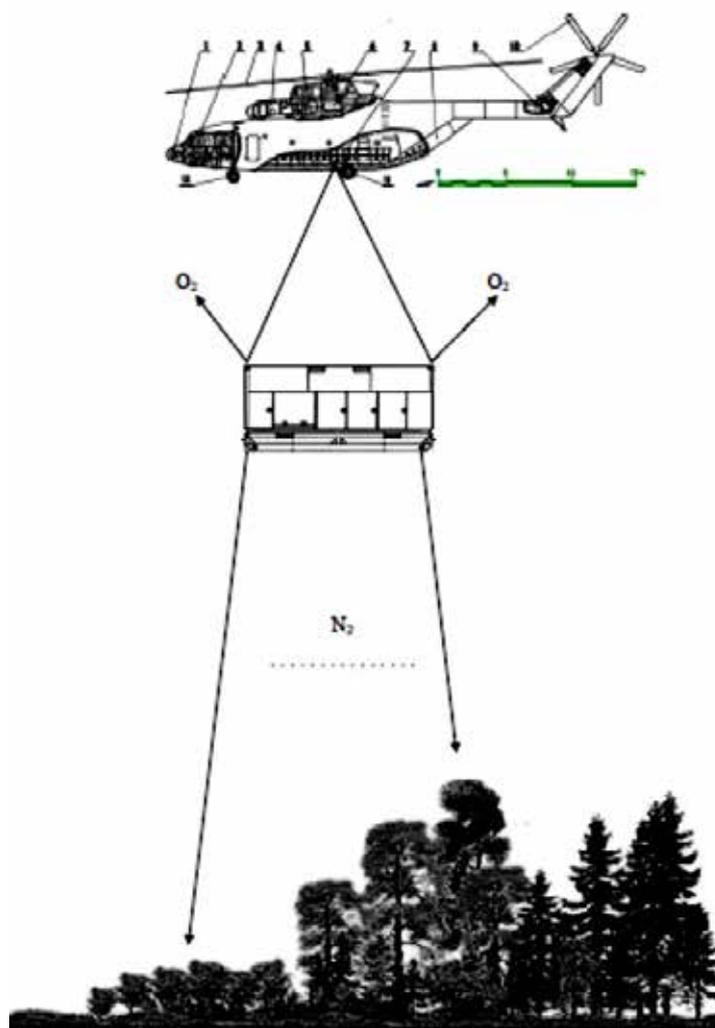


Рис.4. Тушение лесного пожара вертолетом Ми-26 с азотной мембранной станцией

Сущность способа обнаружения, предотвращения распространения и тушения лесных пожаров атмосферным азотом с помощью вертолета Ми-26 заключается в том, что к узлу его внешней подвески (рис. 4), вместо водосливных устройств подвешивается контейнерная мембранная азотная станция, выделяющая из окружающего воздуха азот и сжимающего его от 5 до 400 атмосфер (в зависимости от высоты зависания станции над очагом пожара), для подачи через нижний ресивер-охладитель-распылитель контейнера потока атмосферного азота, как флегматизатора и охладителя, выдавливающего воздух с продуктами горения из зоны горения леса, подавляя, таким образом, горение и распространение огня, путем охлаждения сжатого азота, в ресивере-охладителе-распылителе с помощью вихревых модули Азарова, а для создания конуса распыления охлажденного азота в зону горе-

ния, установлены сопла Лавалья, создающие необходимый поток охлажденного азота. При этом отделяемый мембранной азотной станцией кислород с остальными газами через верхний ресивер-распылитель контейнера по её периметру подается через сопла Лавалья под определенным углом в сторону вертолета, компенсируя, таким образом, реактивную составляющую потока охлажденного азота, и защищая двигатель от «помпажа», а интенсивность подачи охлажденного азота регулируется в зависимости от высоты зависания станции над очагом пожара, с помощью изменения давления (от 5 до 400 атмосфер), в т. ч. по результатам расчета предполагаемых температур и концентраций кислорода в очаге пожара, прекращающих горение и возможность его повторного возникновения, по стандартным параметрам процессов: охлаждения, флегматизации и ингибирования [18].



Рис.5. Схема тушения ландшафтных пожаров вертолетом Ми-8 с ТМСВ

Сущность способа обнаружения и тушения вертолетом Ми-8 ландшафтных пожаров инертными атмосферными газами, заключается в том, что вместо его узла внешней подвески для водосливных устройств, монтируется устройство, состоящее из группы термомагнитных сепараторов воздуха (ТМСВ), располагаемых по диаметру винта (рис. 5), которые преобразуют поток окружающего воздуха от винта вертолета в поток инертных газов, путем удаления из него кислорода, и подавления с помощью флегматизации, ингибирования и охлаждения таким потоком, обнаруженного при патрулировании пожара – зависанием и последующим барражированием площади горения. При этом для обеспечения охлаждения получаемого потока инертного газа, на выходе каждого ТМСВ используются вихревые модули Азарова, а отделяемый ТМСВ кислород выводится по периметру устройства из группы ТМСВ под определенным углом в сторону винта вертолета, для предотвращения помпажа двигателя из-за продуктов горения [19].

Охлаждение «диамагнетиков» на выходе ТМСВ может достигать отрицательных температур летом и осуществляется вихревыми модулями Азарова тем же потоком воздуха от винта, что позволит пожарному вертолету не только локализовать природный пожар, но и ликвидировать его полностью, так как поток «диамагнетиков» при зависании вертолета над очагом пожара не только потушит пламя, отсекая горящую растительность от кислорода воздуха, но и охладит периметр пожара, позволив,

тем самым, применить обваловочную технику, отсекая пожар от остального массива [18,19].

Естественно, возникает идея использовать главные преимущества дирижаблей – грузоподъемность и минимальные затраты энергии на поддержание высоты и передвижение, чтобы создать агро-пожарный дирижабль, позволяющий реализовывать одновременно и экономно, необходимые агротехнологии и противопожарную защиту сельхозугодий, виноградников, садов и лесных массивов. И такая модель была разработана (рис.6), путем комплексирования «бесконечного источника огнетушащего состава» (БИОТС), которым является контейнерная азотная станция с мембранным сепаратором воздуха, выпускаемая ООО Краснодарский компрессорный завод» [20].

В отличие от способа обнаружения и тушения пожаров сельхозугодий, степных и лесных массивов атмосферным азотом с помощью вертолета Ми-26 [18], контейнер азотной мембранной установки (АМУ) и вспомогательный контейнер для агротехнологий являются «1-м этажом» комплекса жесткой подвески дирижабля, которые в силу своих массогабаритных характеристик (габариты контейнерной АМУ – 6,0×2,5×3,6 м., масса – 11500 кг; габариты контейнера для агротехнологий такие же, а максимальная масса до 22000 кг.) заменяют необходимые «причальные устройства», а на «2-м этаже» монтируется кабина пилота с необходимыми отсеками (рис.6), для реализации технологических и вспомогательных функций [20].

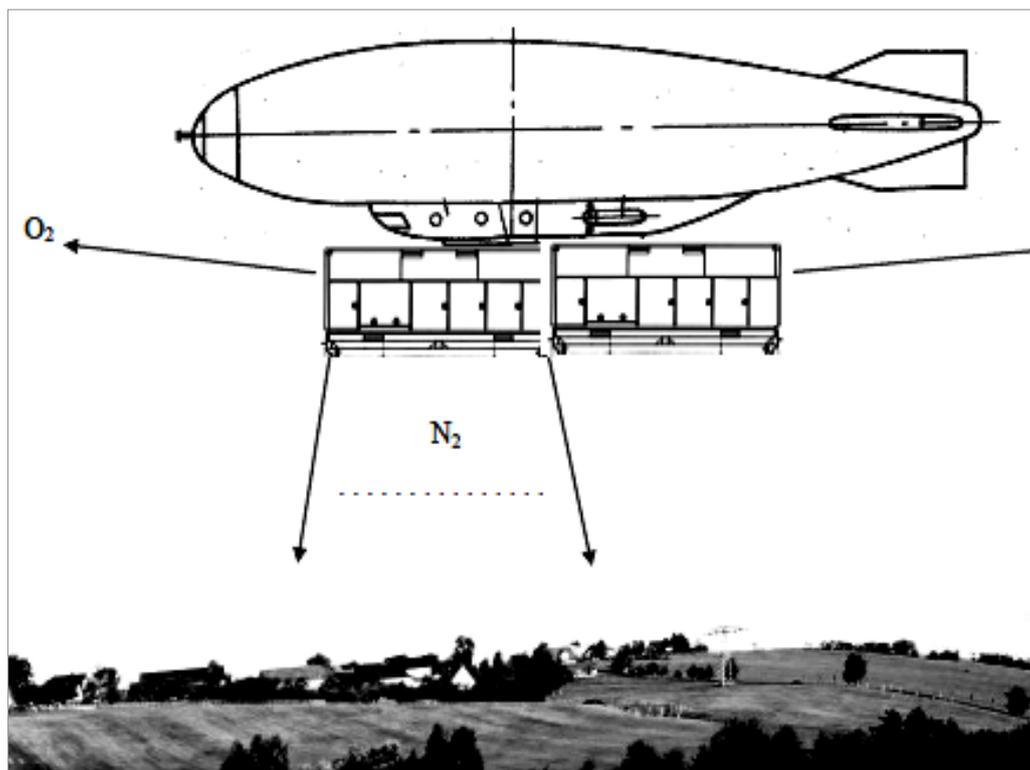


Рис. 6. Агро-пожарный дирижабль

Таким образом, сущность интеграции агротехнологий и противопожарной защиты сельхозугодий и лесных массивов с помощью дирижабля заключается в том, что, для мониторинга состояния сельхозугодий и лесных массивов, а также для выполнения указанных агротехнологий в них, используется дирижабль, оснащенный соответствующими приборами, оборудованием и веществами для этих целей, который осуществляет патрулирование, сельхозугодий, торфяников, степных и лесных массивов, а для тушения обнаруженных пожаров используют контейнерную мембранную азотную станцию, которая, выделяя из окружающего воздуха азот, подает его под давлением в зону горения через нижний ресивер-охладитель-распылитель контейнера, выполняющий флегматизацию, ингибирование и охлаждение очагов пожара, путем выдавливания воздуха из зоны горения потоком охлажденного азота, что обеспечивается вихревыми модулями Азарова и соплами Лавалля. При этом контроллер контейнерной мембранной азотной станции рассчитывает и управляет не только интенсивностью подачи охлажденного азота, но и «конусом подачи» указанного потока азота, подавляющими процессы горения, в зависимости от высоты зависания дирижабля над очагом

пожара, а отделяемый мембранной азотной станцией кислород с остальными газами через верхний ресивер-распылитель контейнера с соплами по его периметру подается по горизонтали, сбивая конвективные потоки и дым, которые мешают управлению дирижаблем при тушении пожара, при этом приборы и оборудование для агротехнологий расположены в отсеках кабины пилота, а необходимые вещества (например, вода, удобрения и т.д.), включая устройства их подачи – во вспомогательном контейнере, закрепленном к несущему корпусу и кабине пилота [20].

Принципиальным отличием является так же тот факт, что контейнерная мембранная азотная станция закреплена к несущему корпусу, кабине пилота и к вспомогательному контейнеру упомянутого дирижабля, что, благодаря весу и конструкции стандартных контейнеров, обеспечивает приземление и стоянку дирижабля без причальных конструкций, а в случае необходимости во вспомогательном контейнере, закрепленном к несущему корпусу и кабине пилота, может располагаться специальная техника с пожарными-спасателями и/или агроспециалистами, легко десантируемые в требуемое место (без парашютов), для организации противопожарной обороны и/или

выполнения агротехнологий точного земледелия, включая специальную технику [13].

Если в процессе круглосуточного патрулирования дирижабля, в т.ч. при интенсивном расходе горючего контейнерной мембранной азотной станцией при тушении пожаров, необходима заправка топливом, то дозаправку можно осуществить в воздухе с помощью транспортного дирижабля, либо с помощью вертолета, не останавливая процесса тушения пожара и/или патрулирования по маршруту [20].

Выводы

Предлагаемая интеграция создает основу для взаимодействия Агропрома и МЧС РФ и обеспечивает:

во-первых, возможность оснащения дирижаблей любой аппаратурой диагностики, реализующей мониторинг окружающей среды и подстилающей поверхности, которую невозможно поставить на БПЛА, и трудно адаптировать в бортовые варианты для вертолетов и самолетов;

во-вторых, экономичность передвижения и простоту «зависания и приземления» дирижабля по необходимости при патрулировании по маршруту, в т.ч. без применения «причальных строительных конструкций», включая полив, распыление удобрений и химикатов защиты, а также пожаротушение;

в-третьих, реализуемость безопасного и удобного (без парашютного) «десантирования» агро-специалистов и/или пожарных-спасателей с необходимыми техническими средствами в любом месте маршрута патрулирования дирижабля, что невозможно не только для БПЛА, но и для самолетов, а также для всех вертолетов, кроме МИ-26,

в-четвертых, возможность круглосуточного патрулирования и реагирования на чрезвычайные ситуации по оптимальным маршрутам территорий всех регионов России, включая горные районы, что недоступно ни существующим средствам, ни отдельными службам (МЧС, Рослес, Агропром) из-за ограниченности материальных и людских ресурсов,

в-пятых, точность и эффективность в создании и ведении, в т.ч. в реальном масштабе времени, единой базы данных сельхозугодий, степных и лесных массивов для всех служб и Администраций регионов России (МЧС, Рослес, Агропром и др.),

в-шестых, сокращение затрат на тушение пожаров сельхозугодий, степных и лесных пожаров и ущерба от них, и осуществление регулярного наблюдения за степными и лесными массивами не только в зонах их активной охраны, в т.ч. за сельхозугодиями,

но и для выполнения на них агротехнологий точного земледелия,

в-седьмых, эмерджентность такой интеграции для России с её территориями земледелия, степями и лесными массивами.

Принимая во внимание, что эксплуатационные затраты на передвижение дирижабля и его зависание над любым местом региона охраны и/или точного земледелия на несколько порядков ниже затрат других авиационных средств [13], а азотная мембранная станция является «бесконечным источником огнетушащего состава» из атмосферы [21,22], что не требует доставки к очагу пожара воды или других огнетушащих средств, реализация предлагаемого подхода создает не только научно-технологический приоритет РФ в технологии тушения ландшафтных пожаров [19,20,23], но и обладает неконкурируемым качеством, за счет предлагаемой интеграции способов.

Список литературы

1. Шатилев И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая: Принципы АСУ ТП в земледелии Л.: Гидрометеониздат, 1980. 320 с.
2. Алекс Подолинский. Введение в биодинамическое земледелие. М.: Духовное познание, 2003. 212 с.
3. Белозеров В.В., Долаков Т.Б. О синергетическом подходе к решению проблем водной и продовольственной безопасности // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции «Интерагро-маш-2019». Ростов н/Д: ДГТУ, АНЦ «Донской», 2019. С. 572-577.
4. Ученые предупреждают: инерционный путь развития АПК ведет в тупик // Инфопроекты «EduRUS» [Электронный ресурс]. URL: http://www.edurus.ru/edunauka/selskochozyaistvo/334820.htm#.YK_PXNqzbIU (дата обращения: 28.05.2021).
5. Аль Майди, Али Аббас Хашим. Пути увеличения и повышения эффективности производства зерна // Молодой ученый. 2015. № 4 (84). URL: <https://moluch.ru/archive/84/15787/> (дата обращения: 28.05.2021).
6. Можейко О. Комплексная система защиты зерновых культур // Глав. Агроном. 2021. № 1379. [Электронный ресурс]. URL: <https://glavagronom.ru/articles/kompleksnaya-sistema-zashchity-zernovykh-kultur> (дата обращения: 28.05.2021).
7. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2020. 80 с.
8. Шевченко А.В., Мигачев А.Н. Обзор состояния мирового рынка беспилотных летательных аппаратов и их применения в сельском хозяйстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. Т. 7. №3. С. 183-195. DOI: 10.31776/RTSJ.7303.
9. Перспективы применения малой и беспилотной авиации в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/perspektivy-primeneniya-maloy-aviatsii-v-selskom-khozyaystve> (дата обращения: 27.05.2021).
10. Вертолеты на службе у сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <https://helico-russia.ru/blog/vertolety-na-sluzhbe-u-selskogo-khozyaystva> (дата обращения: 27.05.2021).

11. Россия тушит мир: на что способны отечественные пожарные самолёты [Электронный ресурс]. URL: <https://life.ru/p/945443> (дата обращения: 27.05.2021).
12. Самолет-амфибия Бе-200ЧС [Электронный ресурс]. URL: <http://www.beriev.com/rus/be-200/Be-200ES.html> (дата обращения: 27.05.2021).
13. Белозеров В.В., Катин О.И., Никулин М.А. Обоснование применения противопожарного дирижабля в сельском и лесном хозяйстве // Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК: сборник материалов национальной научно-практической конференции, (Тюмень, 21-23 октября 2020 г.). Тюмень: издательство Государственного аграрного университета Северного Зауралья, 2020. С. 4-10.
14. Семичастный О.В. Авиационные системы: экспресс-информация. США (по материалам зарубежной печати // ЭИ. 2015. № 49. [Электронный ресурс]. URL: http://tlib.gosniias.ru/get_issue.php?id=33275 (дата обращения: 31.05.2021).
15. Аи-12 Двухместный дирижабль [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/airships/obj10> (дата обращения: 28.05.2021).
16. Многоцелевой дирижабль Аи-30 [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/airships/obj676> (дата обращения: 28.05.2021).
17. МЧС России – Авиация – Техника [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/tehnika> (дата обращения: 27.05.2021).
18. Белозеров В.В., Ворошилов И.В., Зимовнов О.В., Никулин М.А., Обухов П.С., Белозеров Вл. В. Способ обнаружения, предотвращения распространения огня и тушения лесных пожаров атмосферным азотом с помощью вертолета // Патент РФ № 2730906. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ООО «Краснодарский Компрессорный Завод». 2020. Бюл. № 24.
19. Абросимов Д.В., Белозеров В.В., Зимовнов О.В., Никулин М.А., Филимонов М.Н., Белозеров Вл. В. Способ обнаружения и тушения вертолетом ландшафтных пожаров инертными атмосферными газами // Патент РФ № 2732748. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», АО «НТП АВИАТЕСТ». 2020. Бюл. № 27.
20. Белозеров В. В., Денисов А. Н., Катин О. И., Никулин М. А., Белозеров Вл. В. Способ реализации агротехнологий и противопожарной защиты сельхозугодий и лесных массивов с помощью дирижабля // Заявка на изобретение № 2020137914. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы», ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». 2021. Решение о выдаче патента от 20.05.2021 № 2020137914/11(070015).
21. Ворошилов И.В., Мальцев Г.И., Кошаков А.Ю. Генератор азота // Патент РФ на изобретение № 02450857 Патентообладатель: ООО «Тегас», Опубликовано: 20.05.2012, Бюл. № 14.
22. Передвижные азотные компрессорные станции ТГА – оперативное обеспечение труднодоступных объектов сжатым азотом // Бурение и нефть. 2012. №5. С. 64-65.
23. Belozerov V., Nikulin M., Topolsky N. Nanotechnology for the suppression of fires in agricultural land and forests / XIII International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTER-AGROMASH 2020». E3S Web Conf. 2020. V. 175. 12007. DOI: 10.1051/e3sconf/202017512007.

УДК 681.51:519.6

ВЫБОР ПАРАМЕТРА СГЛАЖИВАЮЩЕГО КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ШУМА ИЗМЕРЕНИЙ

^{1,2}Воскобойников Ю.Е., ¹Боева В.А.

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

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,
Новосибирск, e-mail: voscob@mail.ru

Сглаживающий кубический сплайн дефекта единица является достаточно универсальным инструментом для фильтрации шумов измерения, как в одномерных, так и в двумерных сигналах. В силу непрерывности своей первой и второй производной на всем интервале определения сплайна, он применяется для построения эффективных алгоритмов непараметрической идентификации, в которых используются первые производные как входного, так и выходного сигналов идентифицируемой системы. Ошибка сглаживания (как и ошибка дифференцирования) существенно зависит от величины так называемого параметра сглаживания. При малых значениях этого параметра фильтрация шумов незначительна, и вычисленная первая производная имеет осциллирующую форму, что характерно для неустойчивых решений некорректно поставленных задач. При больших значениях параметра график сплайна стремится к прямой линии (вторая производная стремится к нулю), и происходит существенное «сглаживание» информативных составляющих обрабатываемой функциональной зависимости. Между этими двумя предельными значениями находится значение параметра (назовем его оптимальным), для которого ошибка сглаживания минимальна. К сожалению, точное значение оптимального параметра на практике вычислить не удастся (из-за отсутствия априорной информации о характеристиках «точного» сигнала). Поэтому на практике используются различные алгоритмы выбора этого параметра, дающие приемлемые ошибки сглаживания, но превышающие (иногда значительно) минимальное значение. Следует выделить два случая: когда дисперсия шума измерения достоверно известна и когда такая информация отсутствует. Если в первом случае алгоритмы выбора позволяют достаточно точно оценить оптимальное значение параметра сглаживания, то в случае неизвестной дисперсии вопрос такого оценивания остается открытым, особенно в случае коррелированного шума измерения. Поэтому в данной работе подробно исследуются два алгоритма выбора параметра сглаживания при неизвестной дисперсии шума измерения. Особое внимание при этом уделяется оцениванию оптимального параметра в условиях коррелированного шума. По результатам этих исследований даются практические рекомендации по построению сглаживающих сплайнов в задачах непараметрической идентификации.

Ключевые слова: фильтрация шумов, сглаживающие кубические сплайны, параметр сглаживания, выбор параметра при неизвестных дисперсиях шума

SMOOTHING CUBIC SPLINE PARAMETER CHOICE IN CASE OF UNKNOWN MEASUREMENT NOISE CHARACTERISTICS

^{1,2}Voskoboynikov Yu.E., ¹Boeva V.A.

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

²Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, e-mail: voscob@mail.ru

Unit-defected smoothing cubic spline is a universal technique for measurement noise filtering both for one- and two-dimensional signals. Due to the continuity of first and second spline derivatives over the entire spline definition interval, spline is used for effective construction of non-parametric identification algorithms involving first derivatives from input and output signals of the system identified. Both smoothing and differentiation errors essentially depend on the value of so-called smoothing parameter. At low parameter values measurement noise filtering is insufficient, and calculated first derivative has an oscillating form typical for unstable solutions of ill-posed problems. At high parameter values spline curve tends to straight line and spline second derivative tends to zero. Consequently, informative components of the function under processing are essentially smoothed. The optimal parameter value minimizes smoothing error and lies within these two limit values. Unfortunately, in a practice, it is unable to evaluate the exact value of optimal parameter for lack of a priori information on exact signal characteristics. Therefore, for practical applications, various parameter selecting algorithms are used providing acceptable smoothing error values but exceeding so far other times the minimum value. Two cases are meant to be considered: when the measurement noise variance is reliably known and when the information about the variance is lacking. If in the first case, selecting algorithms can evaluate the optimal value of smoothing parameter rather precisely, but in case of unknown variance, and correlated measurement noise most of all, the evaluation issue remains undetermined. For the reasons aforementioned, in this paper two smoothing parameter selecting algorithms are investigated for unknown measurement noise variance. Special attention is given to optimal parameter evaluation in case of correlated noise. Based on the investigation findings, some practical recommendations on the smoothing splines construction in non-parametric identification problems are given.

Keywords: noise filtering, smoothing cubic splines, smoothing parameter, parameter choice for unknown noise variances

Для описания поведения линейных стационарных динамических систем в терминах «вход-выход» часто используется математическая модель в виде интегрального уравнения Вольтера I рода [1, 2]:

$$\int_0^t k(t-\tau)\varphi(\tau)d\tau = f(t), \quad t \in [0, T], \quad (1)$$

где $k(t)$ – импульсная переходная функция (ИПФ) системы (ядро интегрального уравнения); $\varphi(\tau)$, $f(t)$ – входной и выходной сигналы системы. Для такой математической модели задача непараметрической идентификации заключается в построении оценки для ИПФ $k(t)$ по зарегистрированным в эксперименте значениям входного и выходного сигнала, т.е. необходимо решить уравнение (1) относительно $k(t)$. Как известно, такая задача является некорректно поставленной. Для построения устойчивого (к погрешностям исходных данных) решения возможны два подхода. В первом подходе уравнение (1) аппроксимирует дискретной сверткой, и ее решение находят с помощью регуляризирующего алгоритма, основанного на использовании дискретного преобразования Фурье и алгоритма быстрого преобразования Фурье [3]. Второй подход заключается в сведении уравнения (1) к интегральному уравнению второго рода, решение которого уже является корректно поставленной задачей, но само уравнение включает первые производные входного и выходного сигналов идентифицируемой системы [4, 5]. Дифференцирование зашумленных сигналов также является некорректно поставленной задачей, но этот подход авторам работы представляется более предпочтительным – подробную аргументацию можно увидеть в публикации [5]. Здесь же только заметим, что, используя для фильтрации шумов сглаживающие кубические сплайны (СКС), удастся эффективно подавлять шум измерения не только выходного сигнала идентифицируемой системы, но и шум измерения входного сигнала, что весьма затруднительно сделать в первом подходе. Главной проблемой при использовании СКС на практике является выбор параметра сглаживания, от величины которого существенно зависит ошибка сглаживания. Очевидно желание выбрать такое значение (назовем его оптимальным), при котором величина ошибки была бы минимальной. Однако из-за отсутствия априорной информации о «точных» значениях обрабатываемой функции вычисление оптимального параметра невозможно. Поэтому на практике используются различные алгоритмы выбора этого параметра, дающие приемлемые ошибки сглаживания,

но превышающие (иногда значительно) минимальное значение. Следует выделить два случая: когда дисперсия шума измерения достоверно известна и когда такая информация отсутствует. Если в первом случае есть алгоритмы выбора, которые позволяют достаточно точно оценить оптимальное значение параметра сглаживания, то в случае неизвестной дисперсии вопрос такого оценивания остается открытым, особенно в случае коррелированного шума измерения, т.е. между соседними значениями шума существует значимая корреляция. Такой шум может появиться после предварительной фильтрации зарегистрированных сигналов идентифицируемой системы (например, после фильтрации аномальных измерений).

Целью данной работы является построение и исследование алгоритмов выбора параметра сглаживания при неизвестной дисперсии шума измерения и коррелированном шуме измерения. При этом решаются две задачи: а) построение и исследование алгоритмов выбора параметра сглаживания при неизвестной дисперсии и некоррелированном шуме измерений и б) построение и исследование алгоритмов выбора параметра сглаживания при коррелированном шуме измерений.

Материалы и методы исследования

Сначала приведем некоторые определения и понятия сглаживающего кубического сплайна (СКС), необходимые для дальнейшего изложения алгоритмов выбора параметра сглаживания СКС [6, 7].

Предположим, что на интервале $[T_1, T_2]$ заданы n узлов $T_1 = t_1 < t_2 < \dots < t_n = T_2$, и в этих узлах измерены значения функции:

$$\tilde{f}_i = f(t_i) + \eta_i, \quad i = 1 \dots n, \quad (2)$$

где η_i – случайный шум измерений с нулевым средним и дисперсией σ_{η}^2 (равноточные измерения). Функция $S_n(t)$ называется кубическим сплайном дефекта единица, если:

а) на каждом интервале $[t_i, t_{i+1})$ функция $S_n(t)$ является кубическим многочленом вида

$$S_n(t) = a_i + b_i(t-t_i) + c_i(t-t_i)^2 + d_i(t-t_i)^3 \quad (3)$$

б) функция $S_n(t)$ дважды непрерывно дифференцируема на всем интервале $[T_1, T_2]$.

В отличие от интерполяционного сплайна, сглаживающий кубический сплайн $S_{n,\alpha}(t)$ в общем случае не проходит через точки (t_i, \tilde{f}_i) , а проходит в некоторой окрестности (ее размеры определяются величиной параметра сглаживания α) от этих точек, обеспечивая тем самым сглаживание (филь-

трацию) шума измерений. Для следующих часто используемых на практике крайних условий [6,8]: условия на значения первой производной вида

$$S'_{n,\alpha}(t_1) = s'_1, S'_{n,\alpha}(t_n) = s'_n, \quad (4)$$

или условия на нулевые значения второй производной

$$S''_{n,\alpha}(t_1) = 0, S''_{n,\alpha}(t_n) = 0. \quad (5)$$

СКС доставляет минимум функционалу [6,7]:

$$F_\alpha(S) = \alpha \int_{t_1}^{t_n} |S''(t)|^2 dt + \sum_{i=1}^n p_i^{-1} (\tilde{f}_i - S(t_i))^2, \quad (6)$$

где p_i – весовые множители, отражающие точность i -го измерения \tilde{f}_i (в случае равно- точных измерений задаются одинаковыми, например $p_i \equiv 1$).

Параметр сглаживания α «управляет» гладкостью сплайна, и ошибка сглаживания (как и ошибка дифференцирования) существенно зависит от величины так называемого параметра сглаживания. При малых значениях этого параметра фильтрация шумов незначительна, и вычисленная первая производная имеет осциллирующую форму, что характерно для неустойчивых решений некорректно поставленных задач. При больших значениях параметра график сплайна стремится к прямой линии (вторая производная стремится к нулю), и происходит существенное «сглаживание» информативных составляющих обрабатываемой функциональной зависимости. Между этими двумя предельными значениями находится

значение параметра (назовем его оптимальным), для которого ошибка сглаживания (в принятой норме) минимальна. К сожалению, точное значение оптимального параметра на практике вычислить не удается (из-за отсутствия априорной информации о характеристиках «точного» сигнала). Поэтому обратимся к двум методам оценивания параметров алгоритмов регрессионного анализа и регуляризирующих алгоритмов решения некорректных задач и попытаемся их адаптировать для оценивания оптимального параметра сглаживания СКС.

Первоначально рассмотрим метод, который назовем *методом перекрестной проверки* (или *методом перекрестной значимости*), в зарубежной литературе – *cross-validation method* (CVM). Метод использовался при построении моделей (например, [9]) и для выбора параметра регуляризации (например, [10]). Идейная основа этого метода видна из следующих рассуждений [8, с. 68–69].

Предположим, что имеются два вектора \tilde{f} и \tilde{f}^* размерности n , составленные из двух наборов наблюдений (2). По первому вектору \tilde{f} построен сплайн $S_{n,\alpha}(t)$, из значений которого в узлах построен вектор $S_{n,\alpha}$. Введем функционал:

$$U(\alpha) = M \left[\left\| \tilde{f}^* - S_{n,\alpha} \right\|^2 \right], \quad (7)$$

где математическое ожидание $M[\cdot]$ берется по ансамблю распределения шума измерений η_i , а $\|\cdot\|$ означает евклидову норму вектора. Можно показать, что $U(\alpha)$ допускает представление

$$U(\alpha) = M \left[\left\| \tilde{f}^* - f \right\|^2 + 2(\tilde{f}^* - f)^T \cdot (f - S_{n,\alpha}) + \left\| f - S_{n,\alpha} \right\|^2 \right], \quad (8)$$

где f – вектор, составленный из «точных» значений $f_i = f(t_i)$, $i = 1 \dots n$. Если математическое ожидание шума измерений равно нулю и шумы измерений двух набора данных не коррелированы между собой, то (8) можно переписать как

$$U(\alpha) = n\sigma_\eta^2 + M \left[\left\| f - S_{n,\alpha} \right\|^2 \right] = n\sigma_\eta^2 + \bar{\Delta}(\alpha), \quad (9)$$

где второе слагаемое

$$\bar{\Delta}(\alpha) = M \left[\left\| f - S_{n,\alpha} \right\|^2 \right] \quad (10)$$

определим как среднеквадратическую ошибку (СКО) сглаживания. Так как первое слагаемое в (9) не зависит от параметра сглаживания α , то минимум $U(\alpha)$ соответствует минимуму СКО, т.е. задача вычисления оптимального параметра α_{opt} , минимизирующего (10), решена. Однако на практике минимизация $U(\alpha)$ сопряжена с двумя трудностями. Во-первых, вычисление математического ожидания в (7) и, во-вторых, от-

сутствие во многих экспериментах второго набора данных, т.е. вектора \tilde{f}^* . Попытаемся преодолеть эти трудности, перейдя от математического ожидания случайной величины к ее отдельному значению и формируя второй вектор \tilde{f}^* из одного набора \tilde{f} данных с помощью следующего алгоритма. Заметим, что предлагаемый способ формирования вектора \tilde{f}^* отличается от известных [9].

Шаг 1. Все измеренные значения $\tilde{f}_i, i=1 \dots n$, разбиваются на K групп по m измерений в каждой, и в k -ю группу входят измерения: $\tilde{f}_k, \tilde{f}_{k+L}, \tilde{f}_{k+2L} \dots \tilde{f}_{k+(m-1)L}$, где $k=1, 2 \dots K, L$ – периодичность выборки при формировании групп измерений. Задавая величину L , можно определить количество измерений в группе и количество групп:

$$m = \left[\frac{n}{L} \right], K = L, \quad (11)$$

где $[\cdot]$ – целая часть числа.

Шаг 2. Из экспериментальных значений исключается k -я группа, а по оставшимся $n - m$ значениям строится СКС $S_{n-m, \alpha}^{(k)}(t)$ и вычисляется величина

$$u^{(k)}(\alpha) = \sum_{i \in I_k} \left(\tilde{f}_i - S_{n-m, \alpha}^{(k)}(t_i) \right)^2, \quad (12)$$

$$k = 1, 2 \dots K,$$

где I_k – набор индексов

$$I_k = \{k, k+L \dots k+(m-1)L\}.$$

Шаг 3. После вычисления

$$u^{(k)}(\alpha), k = 1, 2 \dots K,$$

определяется среднее значение:

$$\bar{u}(\alpha) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K u^{(k)}(\alpha). \quad (13)$$

Шаг 4. Используя методы одномерной минимизации, вычисляем точку минимума α_U функционала (13), и это значение примем за оценку для оптимального параметра α_{opt}^* , который минимизирует ошибку сглаживания

$$\Delta(\alpha) = \|f - s_{n, \alpha}\|^2 \quad (14)$$

конкретной одной реализации измеренного сигнала \tilde{f} .

Перейдем к выбору параметра сглаживания на основе метода L -кривой, который используется в алгоритмах регрессионного анализа [11] и решения некорректных задач [12]. Введем в рассмотрение два функционала:

$$\rho_L(\alpha) = \ln \left[\sum_{i=1}^n p_i^{-1} (\tilde{f}_i - S_{n, \alpha}(t_i))^2 \right],$$

$$\gamma_L(\alpha) = \ln \left[\int_{t_1}^{t_n} |S''(t)|^2 dt \right], \quad (15)$$

которые можно рассматривать как координаты некоторой параметрической функции

(названной L -кривой) в декартовой системе координат. Кривизну этой функции определим как

$$k_L(\alpha) = 2 \frac{\rho'_L(\alpha) \cdot \gamma''_L(\alpha) - \rho''_L(\alpha) \cdot \gamma'_L(\alpha)}{\left[(\rho'_L(\alpha))^2 + (\gamma'_L(\alpha))^2 \right]^{\frac{3}{2}}}. \quad (16)$$

В качестве оценки для оптимального параметра α_{opt} в методе L -кривой принимается значение α_L , вычисленное из условия максимума кривизны $k_L(\alpha)$. Для упрощения вычисления значений $k_L(\alpha)$ предлагается первоначально на некотором множестве значений $\{\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_M\}$ вычислить величины $\rho_L(\alpha_j), \gamma_L(\alpha_j), j=1 \dots M$, а затем по этим данным построить интерполяционные сплайны, по которым вычислить производные, входящие в (16).

Из описания этих двух алгоритмов выбора параметра сглаживания видно, что оба алгоритма не требуют задания дисперсии шума измерений, но требуют решения соответствующих оптимизационных задач, что приводит к дополнительным вычислениям по сравнению с выбором параметра при известных дисперсиях шума измерений.

Результаты исследования и их обсуждение

Для исследования оптимальных свойств оценок α_U, α_{L_U} был выполнен обширный вычислительный эксперимент. Остановимся только на некоторых результатах. В качестве тестовых сигналов были приняты два типичных для задач непараметрической идентификации, но разных по спектру: сигнал 1 – изображен сплошной кривой на рис. 1 и сигнал 2 – показан штриховой линией. Точные значения сигнала, вычисленные в узлах $t_1 < t_2 < \dots < t_n, n = 50$, искажались случайными нормально распределенными погрешностями с относительным уровнем

$$\delta_\eta = \frac{\|\tilde{f} - f\|}{\|f\|}.$$

При этом значения шума измерения были: а) не коррелированы между собой, б) коррелированы с значениями выборочной корреляционной функции $R(0) = 1, R(1) = 0.678, R(2) = 0.421, R(3) = 0.121$ (сильно коррелированный шум). Относительная ошибка сглаживания определялась выражением

$$\delta_f(\alpha) = \frac{\|s_{n, \alpha} - f\|}{\|f\|}.$$

Для исследования оптимальности значений параметров сглаживания α_U, α_L были определены соответствующие коэффициенты эффективности:

$$E_U = \frac{\|s_{n,\alpha_{opt}^*} - f\|}{\|s_{n,\alpha_U} - f\|}, \quad E_L = \frac{\|s_{n,\alpha_{opt}^*} - f\|}{\|s_{n,\alpha_L} - f\|}. \quad (17)$$

Очевидно, что чем ближе значения этих коэффициентов к 1, тем меньше проигрыш по точности соответствующего параметра сглаживания по сравнению с α_{opt}^* . Так как эти коэффициенты являются случайными величинами, то по выборке объемом 200 вычислялись их числовые характеристики: средние значения \bar{E}_U, \bar{E}_L и минимальные значения $\min E_U, \min E_L$.

Начнем с рассмотрения свойств оценки α_U . На рис. 2 показаны графики следующих зависимостей: сплошная – относительная ошибка $\delta_f(\alpha)$ при $\delta_\eta = 0.10$; штрих-точечная – $\delta_f(\alpha)$ при $\delta_\eta = 0.03$; штриховая – $\bar{u}(\alpha)$ при $\delta_\eta = 0.10$; точечная – $\bar{u}(\alpha)$ при $\delta_\eta = 0.03$.

Видно, что значения α_{opt} находятся в области минимума функционала $\bar{u}(\alpha)$, но на-

личие плоского участка на графике $\bar{u}(\alpha)$ усложняет процедуру минимизации $\bar{u}(\alpha)$. Заметим, что при уменьшении уровня шума наблюдается смещение α_{opt}, α_U в меньшую сторону. В табл. 1 приведены характеристики $\bar{E}_U, \min E_U$.

Видно, что в случае коррелированного шума эти характеристики ухудшаются, особенно при большом уровне шума измерения и низкочастотном сигнале 1. Точностные характеристики $\bar{E}_L, \min E_L$ метода L -кривой приведены в табл. 2. Также заметно их ухудшение в случае коррелированного шума, но не столь значительное, как в методе перекрестной значимости (табл. 1).

Для сравнения в табл. 1 и 2 жирным шрифтом выделены ячейки с наибольшим средним значением коэффициента эффективности из этих двух алгоритмов выбора параметра сглаживания. Видно, что алгоритм выбора, основанный на методе L -кривой, в большинстве случаев имеет более высокие точностные характеристики.

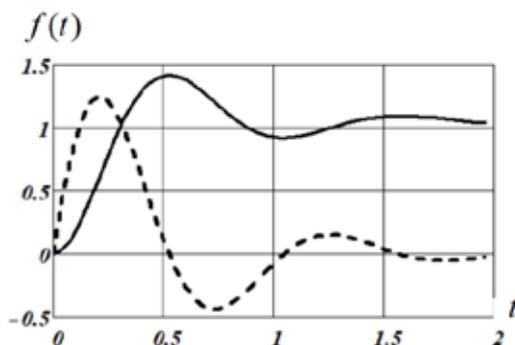


Рис. 1. Тестовые сигналы

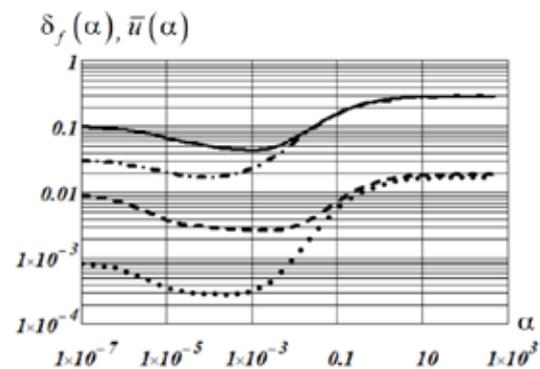


Рис. 2. Характеристики параметра сглаживания α_U

Таблица 1

Уровень шума	Сигнал 1				Сигнал 2			
	Шум не коррелирован		Шум коррелирован		Шум не коррелирован		Шум коррелирован	
	\bar{E}_U	$\min E_U$	\bar{E}_U	$\min E_U$	\bar{E}_U	$\min E_U$	\bar{E}_U	$\min E_U$
0,02	0,961	0,717	0,927	0,725	0,984	0,864	0,958	0,911
0,05	0,942	0,628	0,851	0,528	0,967	0,811	0,914	0,714
0,07	0,926	0,581	0,801	0,428	0,944	0,756	0,893	0,695
0,10	0,910	0,480	0,746	0,407	0,938	0,731	0,878	0,627
0,15	0,893	0,438	0,704	0,269	0,914	0,628	0,863	0,605

Таблица 2

Уровень шума	Сигнал 1				Сигнал 2			
	Шум не коррелирован		Шум коррелирован		Шум не коррелирован		Шум коррелирован	
	\bar{E}_L	$\min E_L$	\bar{E}_L	$\min E_L$	\bar{E}_L	$\min E_L$	\bar{E}_L	$\min E_L$
0,02	0,972	0,863	0,952	0,749	0,982	0,835	0,981	0,913
0,05	0,949	0,736	0,913	0,652	0,978	0,803	0,976	0,863
0,07	0,932	0,652	0,901	0,636	0,943	0,859	0,921	0,819
0,10	0,905	0,573	0,896	0,582	0,962	0,840	0,902	0,732
0,15	0,901	0,589	0,875	0,416	0,944	0,779	0,894	0,685

Заключение

Построенные в данной работе на основе методов перекрестной значимости и L -кривой алгоритмы могут успешно использоваться для оценивания оптимального параметра сглаживания СКС в случае некоррелированного шума измерений. Оба эти алгоритма не требуют априорной информации о величине дисперсии шума измерения. В случае коррелированного шума измерения предпочтение следует отдать алгоритму на основе метода L -кривой. Худшие точностные характеристики метода перекрестной значимости можно объяснить тем, что медленное изменение амплитуды коррелированного шума воспринимается алгоритмом выбора как некоторая составляющая «точного» сигнала, и для ее сохранения алгоритм вычисляет заниженное (по сравнению с оптимальным) значение параметра сглаживания.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90041. Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 20-38-90041.

Список литературы

1. Сидоров Д.Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. 293 с.
2. Бахтадзе Н.Н., Гинсберг К.С., Боровских Л.П. Идентификация систем на пути создания общей теории иден-

тификации объектов управления // Проблемы управления. 2015. № 3. С. 79–83.

3. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые алгоритмы непараметрической идентификации динамических систем. Новосибирск: Изд-во НГАСУ (Сибстрин), 2019. 156 с.

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

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

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

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

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

9. Kohavi R. A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection. 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Palais de Congres Montreal, Quebec, Canada. 1995. P. 1137–1145.

10. Долишний В.В., Жданов А.И. Экономичный метод многократного решения расширенных регуляризованных нормальных систем уравнений // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физ.-мат. науки. 2012. № 1 (26). С. 214–222.

11. Kerkri A., Allal J., Zarrouk Z. The L-Curve Criterion as a Model Selection Tool in PLS Regression. Journal of Probability and Statistics. 2019. Vol. 8. Article ID 3129769. doi.org/10.1155/2019/3129769

12. Xu Y., Peil Y., Dong F. An extended L-curve method for choosing a regularization parameter in electrical resistance tomography. Measurement Science and Technology. 2016. Vol. 27. No. 11. P. 21–32.

УДК 004.942:519.876.5

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАУЧНЫХ СООБЩЕСТВ И БИЗНЕС-СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ ОБМЕНА НЕМАТЕРИАЛЬНЫМИ АКТИВАМИ

Гусарова О.М.

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
Смоленск, e-mail: om.gusarova@mail.ru*

В условиях цифровой трансформации экономики одним из актуальных направлений является внедрение в практику инновационных достижений, обеспечивающих повышение производительности труда, снижение затрат, повышение эффективности бизнеса. Важным моментом является организация функционального взаимодействия между научными сообществами, бизнес-структурами и государством в контексте внедрения или обмена инновационными достижениями. Одной из разновидностей инноваций являются нематериальные активы, к которым относятся передовые технологии, изобретения, авторские права и прочее, обладающие специфическими свойствами. Предметом исследования явилась процедура функционального взаимодействия сторон в процессе обмена нематериальными активами. В ходе исследования была разработана функциональная модель взаимодействия научных структур и бизнес-сообществ в процессе обмена нематериальными активами при поддержке и стимулировании со стороны государства. Осуществлена разработка многофакторной модели оценки эффективности взаимодействия сторон в процессе обмена нематериальными активами. В ходе исследования использовались методы комплексного системного анализа, методы структурно-функционального моделирования, методы эконометрического моделирования с использованием инструментария корреляционно-регрессионного анализа. Практическая значимость осуществленного исследования заключается в возможности использования разработанной функциональной модели взаимодействия научных сообществ, бизнес-структур и государства, помогающей структурировать процесс взаимодействия сторон в процессе обмена нематериальными активами и внедрения их в практическую деятельность.

Ключевые слова: научные разработки, обмен нематериальными активами, функциональная модель взаимодействия сторон

FUNCTIONAL MODEL OF INTERACTION BETWEEN SCIENTIFIC COMMUNITIES AND BUSINESS STRUCTURES IN THE PROCESS OF EXCHANGING INTANGIBLE ASSETS

Gusarova O.M.

*FSEBI HE "Financial University under the Government of the Russian Federation",
Smolensk, e-mail: om.gusarova@mail.ru*

In the context of the digital transformation of the economy, one of the most pressing areas is the introduction of innovative achievements that provide increased productivity, lower costs, and improve business efficiency. An important point is the organization of functional interaction between scientific communities, business structures and the state in the context of the introduction or exchange of innovative achievements. One of the types of innovations are intangible assets, which include advanced technologies, inventions, copyrights and other things with specific properties. The subject of the study was the procedure of functional interaction of the parties in the process of exchanging intangible assets. The study developed a functional model of interaction between scientific structures and business communities in the process of exchanging intangible assets with support and incentives from the state. A multi-factor model for assessing the effectiveness of the parties' interactions in the exchange of intangible assets has been developed. The study used methods of complex system analysis, methods of structural-functional modeling, methods of econometric modeling using the tools of correlation-regression analysis. The practical significance of the research is to use the developed functional model of interaction between scientific communities, business structures and the state, helping to structure the process of interaction between the parties in the process of exchanging intangible assets and introducing them into practical activities.

Keywords: scientific developments, the exchange of intangible assets, the functional model of interaction between the parties

В условиях цифровой трансформации экономики и общества и внедрения инновационных технологий во все сферы жизнедеятельности одной из приоритетных задач является совершенствование механизма взаимодействия научных сообществ и бизнес-структур при государственном стимулировании развития инноваций.

Широкое использование в практической деятельности организаций современных инновационных технологий позволило автоматизировать производственно-техно-

логические процессы, значительно сократить время на выполнение рутинных процедур, создать и постоянно совершенствовать системы электронного документооборота, значительно повысить производительность труда персонала, осуществить модернизацию системы менеджмента, вывести процессы планирования и прогнозирования деятельности организации совершенно на новый уровень с использованием цифровых технологий, значительно повысить эффективность бизнеса [1; 2].

Ряд научных публикаций авторов посвящен исследованию концептуальных подходов в оценке эффективности взаимодействия науки, бизнес-сообществ и государства, разработке концептуальной схемы построения многофакторной модели оценки эффективности взаимодействия в контексте государственного стимулирования и развития инноваций, разработке индикаторов интегральных показателей оценки эффективности инновационного взаимодействия науки, бизнеса и государства [3; 4].

Целью исследования является разработка функциональной модели взаимодействия научных сообществ и бизнес-структур при стимулирующей роли государства в процессе обмена нематериальными активами в условиях цифровых трансформаций экономики.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы исследования послужили официальные статистические данные по показателям, характеризующим взаимодействие научных сообществ, бизнес-структур и государства в процессе разработки и внедрения инноваций в практическую деятельность за 2010-2018 гг. При осуществлении исследований использовались научные методы комплексного системного анализа, методы структурно-функционального моделирования, численные методы оценки инновационного взаимодействия сторон в процессе цифровых трансформаций экономики, инструментарий корреляционно-регрессионного анализа.

При построении функциональной модели использовалась методология SADT (Structured Analysis and Design Technique) – методология системного анализа и проектирования, разработанная Д. Россом. Данная методология используется при проектировании функциональных моделей предметных областей изучения, исследуемых систем и особенностей их функционирования. Проектирование функциональной модели осуществлено в нотации IDEF0, представляющей собой систему иерархически упорядоченных диаграмм с последующей детализацией (декомпозицией) каждого компонента вышележащего уровня.

В качестве инструментальной среды, используемой для разработки функциональной модели движения и обмена нематериальными активами, использован программный продукт ERwin Process Modeler, позволяющий в автоматическом режиме осуществить разработку функциональных моделей в ряде нотаций, и в том числе в нотации IDEF0.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе осуществленных исследований коллективом авторов были разработаны онтологическая модель концептуальной схемы и многофакторная модель оценки эффективности взаимодействия науки, бизнеса и государства в процессе создания и обмена нематериальными активами. Для проведения аналитических расчетов использованы статистические данные о развитии инноваций и затратах на их осуществление, а также ряд дополнительных показателей [5; 6]. В многофакторной модели оценки эффективности инновационного взаимодействия науки, бизнес-сообществ и государства в качестве результативного признака было предложено использование показателя нормы чистой прибыли (среднего значения) по отраслям экономики РФ:

$$Y(\text{НЧП}) = 12,66 - 0,7114 X_1 - 0,0074 X_2 + 2,8153 X_3 - 0,2166 X_4 + 0,3365 X_5 + 0,0037 X_6, \quad (1)$$

где $Y(\text{НЧП})$ – норма чистой прибыли для отраслей экономики России (среднее значение).

В качестве факторных признаков предлагается использовать производные показатели, характеризующие изменения в экономике и бизнесе под воздействием инновационных преобразований:

X_1 – объем внутренних затрат на научные исследования и инновационные разработки к индексу производительности труда;

X_2 – число патентов на научные изобретения, приходящиеся на 1 исследователя, занятого в сфере инновационных разработок;

X_3 – внутренние затраты на инновационные разработки, соотнесенные с величиной валового внутреннего продукта;

X_4 – число патентов, приходящееся на единицу величины внутренних затрат на научные исследования и разработки;

X_5 – объем поступлений от инноваций, идущих на экспорт, к величине внутренних затрат на научные исследования и разработки;

X_6 – количество используемых на практике инновационных разработок, соотнесенное с величиной внутренних затрат на их осуществление [7; 8].

В дополнение к многофакторной модели оценки эффективности государственного стимулирования и развития инноваций в рамках разработки эффективного механизма инновационного взаимодействия и форм обмена нематериальными активами осуществлена разработка функциональной модели.

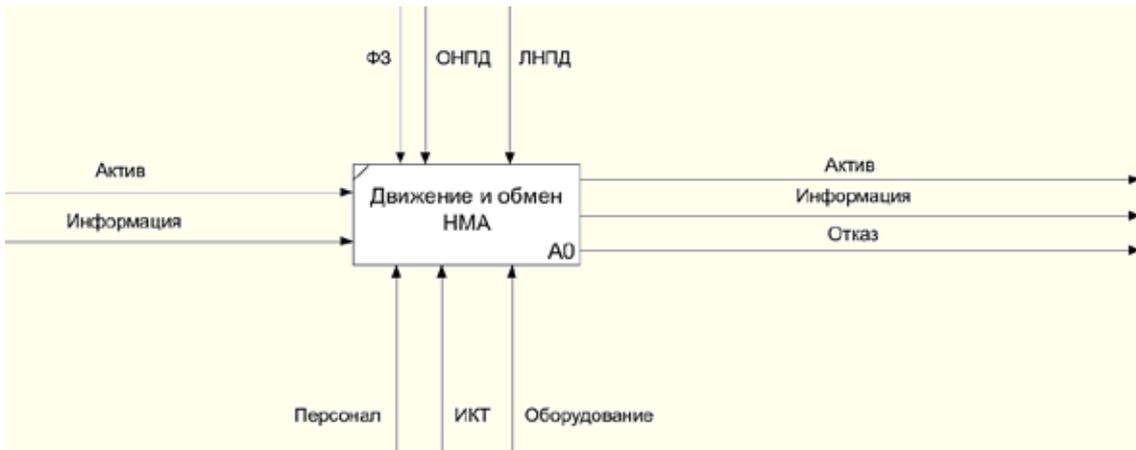


Рис. 1. Контекстная диаграмма процесса движения и обмена нематериальными активами
Источник: получено авторами

Функциональная модель характеризует взаимодействие различных сторон в результате движения и обмена нематериальными активами, одним из видов которых являются научные инновационные исследования и разработки.

Контекстная диаграмма функциональной модели взаимодействия научных сообществ, бизнес-структур и государства в результате движения и обмена нематериальными активами представлена на рисунке 1.

На входе функционального блока два параметра: актив, подлежащий обмену и некоторому возможному движению, например изменение состава и структуры, и информация различного рода и предназначения. На выходе функционального блока три элемента: нематериальный актив, признанный таковым и подлежащий обмену, или актив после свершения обмена, разного рода информация, отказ в обмене нематериального актива (по различным причинам).

Управляющие воздействия в процессе движения, учета и обмена нематериальными активами условно можно разделить на три уровня: ФЗ – федеральный (Федеральные законы и нормативные акты), ОНПД – отраслевой (отраслевые нормативно-правовые документы), ЛНПД – локальный (распоряжения и приказы администрации, должностные инструкции, графики работы, регламенты и методические рекомендации для выполнения различных видов работ).

Обеспечивающие ресурсы в организации процесса движения и обмена нематериальными активами – это традиционно персонал, оборудование (в том числе оргтехника и ПК), информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), в том числе программное обеспечение, без которых в эпоху циф-

ровизации всех сфер деятельности невозможно эффективно организовать ни один из процессов производства, управления, маркетинга, управленческого и бухгалтерского учета. Информационно-коммуникационные технологии в условиях цифровизации всех сфер экономики и управления в оперативном порядке позволяют осуществлять взаимодействие системы исследования с внешним окружением и способствуют осуществлению эффективного управления во внутренней среде системы [9; 10].

С целью дальнейшей детализации процесса движения, учета и обмена нематериальными активами осуществлена декомпозиция функционального блока (рис. 2).

Диаграмма декомпозиции включает четыре блока: идентификация актива, учет актива, определение объема обмена нематериальными активами, собственно обмен активами. Входами блока «Идентификация актива» являются два входных ресурса: актив, подлежащий рассмотрению на предмет проверки ряда критериев и признания его нематериальным активом, и информация различного рода о характере, структуре, стоимости, особенностях функционирования, особенностях использования актива и т.д.

Необходимо отметить, что в процессе обмена нематериальными активами участвуют два актива: один – собственность «принимающей» организации, второй – собственность «сторонней» организации. Обычно обмен нематериальными активами осуществляется по обоюдной заинтересованности и согласию двух сторон, участвующих в процессе обмена. Оба актива двух сторон сделки должны пройти проверку в блоке «Идентификация» на соответствие ряду требований и критериев.

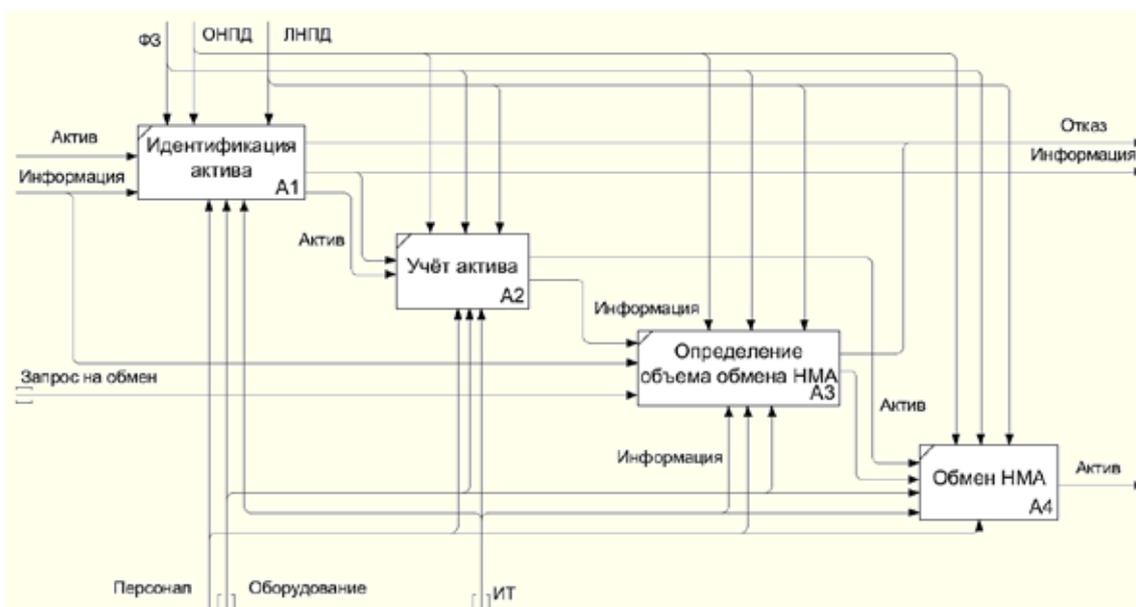


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции процесса движения и обмена нематериальными активами

Источник: получено авторами

Запрос на обмен от «сторонней» организации поступает на блок «Определение объема обмена НМА» (НМА – нематериальный актив, прошедший этап идентификации и подтвердивший свой статус). В случае согласования всеми заинтересованными сторонами сделки всех условий обмена нематериальные активы вместе с пакетом документов и информацией различного рода поступают в блок «Обмен НМА». В случае наличия расхождения по каким-либо вопросам, например стоимости, условиям обмена нематериальных активов или прочее из блока «Определение объемов обмена НМА», имеет место выход «Отказ» в обмене.

На рисунке 3 представлена декомпозиция блока «Идентификация актива», которая содержит четыре блока, соответствующих проверке следующих критериев признания актива нематериальным:

- наличие/отсутствие физической (материально-вещественной) формы реализации актива;
- определение срока использования актива (для нематериального актива срок использования не должен быть менее 12 месяцев);
- возможность оценки будущей доходности нематериального актива;
- возможность отделения предметного актива, проверяемого по критериям на статус «нематериального», от других видов активов;

- определение фактической стоимости нематериального актива, которая может быть достоверно определена.

Также необходимо отметить, что владелец нематериально актива имеет право и возможность контролировать доходность нематериального актива в будущих периодах.

В случае поэтапного положительного прохождения активами обозначенных критериев проверки осуществляется последовательный переход к последующему блоку декомпозиции. В случае невыполнения хотя бы одного из критериев проверки актив не признается таковым и из процесса выбывает. С этой целью каждый блок декомпозиции имеет выход «Отказ». В случае успешного прохождения активом всех критериев проверки актив вместе с сопровождающими документами поступает в блок «Учет актива», далее в блок «Определение объема обмена НМА».

Декомпозиция блока «Определение объема обмена НМА» содержит четыре блока: анализ запроса на обмен нематериальными активами; установление фактической стоимости нематериального актива; установление эквивалентности обмена нематериальными активами в соответствии с их фактической и, возможно, будущей стоимостью в перспективных периодах; согласование условий обмена нематериальными активами.

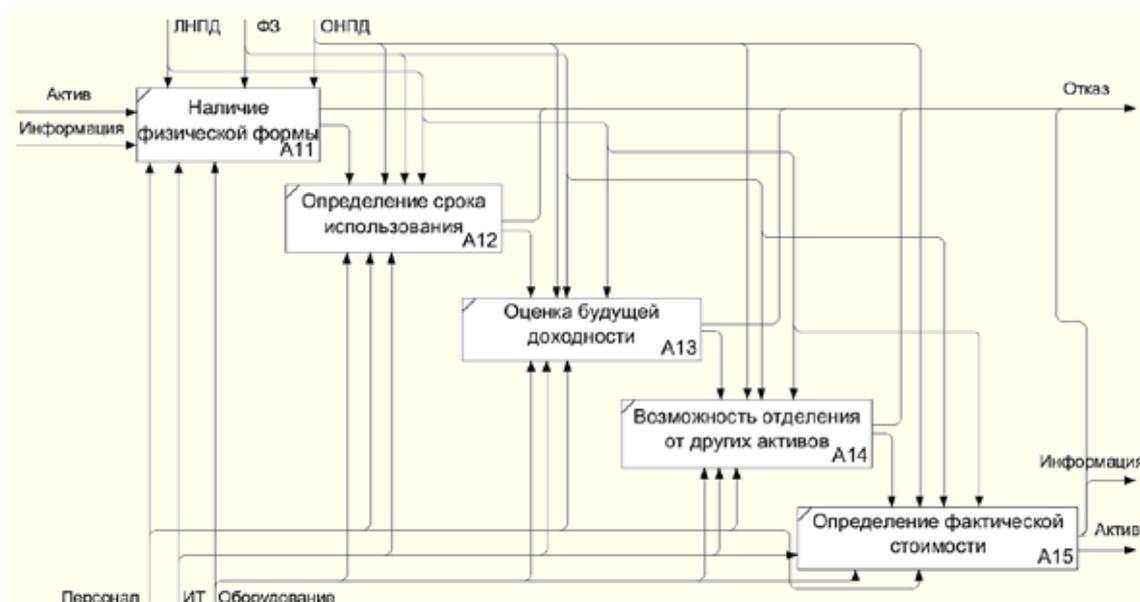


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции блока «Идентификация актива»

Источник: получено авторами

В случае несогласования каких-либо условий, стоимости или порядка передачи прав на нематериальный актив, а также в случае различных форс-мажорных обстоятельств каждый из обозначенных блоков имеет выход «Отказ», прерывающий общую процедуру обмена нематериальными активами и означающий выход из процесса любой из сторон сделки. В случае успешного прохождения всех блоков диаграммы декомпозиции на выходе имеем пакет документов на обладание новым нематериальным активом и информацию различного характера.

Выводы

В результате исследования:

- осуществлена разработка функциональной модели взаимодействия научных сообществ, бизнес-структур и государства в процессе обмена нематериальными активами;
- разработанная функциональная модель может быть доработана и уточнена в соответствии со спецификой нематериальных активов и условиями совершения процесса обмена;
- разработанная функциональная модель обмена нематериальными активами помогает структурировать процесс взаимодействия сторон обмена нематериальными активами; проследить логическую взаимосвязь в последовательной реализации функций сложного процесса иден-

тификации, учета, определения объемов и собственно обмена; выявить проблемные места, обозначить направления и возможные пути решения имеющих место проблем.

Практическая значимость осуществленного исследования заключается в возможности использования разработанной функциональной модели при совершенствовании механизмов взаимодействия научных сообществ, бизнес-структур и государства в процессе обмена инновационными нематериальными активами и их последующего использования.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситету по теме «Разработка механизмов развития инновационного взаимодействия и форм обмена нематериальными активами как факторы экономического роста в условиях трансформации экономики».

Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р). [Электронный документ]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 04.03.2021).
2. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы» [Электронный документ]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 04.03.2021).

3. Гусарова О.М., Мосийчук Е.А., Расчесова Е.В. Исследование концептуальных подходов в оценке эффективности инновационного взаимодействия бизнес-сообществ, науки и государства // *Фундаментальные исследования*. 2021. № 1. С. 38-43.

4. Гусарова О.М., Кузьменкова В.Д. Проектирование индикаторов интегральных показателей оценки эффективности инновационного взаимодействия науки, бизнеса и государства // *Фундаментальные исследования*. 2020. № 12. С. 52-56.

5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 12.03.2021).

6. Индикаторы науки. Статистический сборник. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/in2019> (дата обращения: 11.03.2021).

7. Гусарова О.М., Кондрашов В.М., Ганичева Е.В. Проектирование концептуальной схемы построения мультифакторной модели оценки эффективности инновационного взаимодействия в контексте государственного стимулирования и развития инноваций // *Фундаментальные исследования*. 2020. № 11. С. 77-82.

8. Мариев О.С., Нагиева К.М., Симонова В.Л. Управление факторами инновационной активности российских регионов на основе эконометрического моделирования // *Управленец*, 2020. Т. 11. № 1. С. 57-69.

9. Прохоренков П.А., Регер Т.В. Инновации как главный фактор конкурентоспособности // *Фундаментальные исследования*. 2020. № 7. С. 96-101.

10. Маркова О.В. Инновационная форма партнерства на основе совместного управления нематериальными активами // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018. № 10 (52). С. 52-55.

УДК 519.246.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ВРЕМЕННЫМИ РЯДАМИ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТОКОВ ДАННЫХ

Казак Ф.А., Шнайдер А.В.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: office@sfu-kras.ru

В статье изложены основные варианты использования нейронных сетей с временными рядами данных, описаны принципы прогнозирования временных рядов, дан обзор рекуррентных нейронных сетей с возможностью оперирования последовательностью векторов. Описана работа двух популярных и эффективных моделей рекуррентных нейронных сетей: сети долгосрочной краткосрочной памяти, Long Short-Term Memory (LSTM) и сети с рекуррентным блоком управляемой памяти, Gated Recurrent Unit (GRU). Рекуррентные нейронные сети гораздо более гибкие и гораздо лучше подходят для прогнозирования временных рядов, чем обычно применяемые линейные модели, хотя у таких сетей есть проблемы с долгосрочными зависимостями. Тем не менее с помощью методов, описанных в этой статье, можно решить данные проблемы. Мы можем проводить анализ временных рядов с целью либо прогнозирования будущих значений, либо понимания процессов, движущих временными рядами, но нейронные сети особенно плохи в последнем случае. Важно понимать, что использование нейронных сетей необходимо для расширения функционала традиционных методов в области обнаружения вторжения в сеть передачи данных, а не для полного их замещения.

Ключевые слова: анализ сетевого трафика, временные ряды данных, рекуррентные нейронные сети, искусственная нейронная сеть, сети долгосрочной краткосрочной памяти

USING NEURAL NETWORKS WITH TIME SERIES OF DATA TO ANALYZE DATA FLOWS

Kazakov F.A., Shnaider A.V.

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

The article outlines the main options for using neural networks with time series of data, describes the principles of time series prediction, provides an overview of recurring neural networks with the ability to operate on a sequence of vectors. Two popular and effective models of recurring neural networks are described: long-term short-term memory networks, Long Short-Term Memory (LSTM) and networks with a recurring controlled memory unit, Gated Recurred Unit (GRU). Recurring neural networks are much more flexible and much better suited to time series prediction than commonly applied linear models, although such networks have problems with long-term dependencies. However, the methods described in this article can solve these problems. We can do time series analysis to either predict future values or understand the processes driving time series, but neural networks are particularly bad in the latter case. It is important to understand that the use of neural networks is necessary to expand the functionality of traditional methods in the field of intrusion detection in a data network, and not to completely replace them.

Keywords: network traffic analysis, time series data, recurved neural networks, artificial neural network, long-term short-term memory networks

Учитывая тот факт, что электронная коммерция, банковское дело и бизнес связаны с конфиденциальной и ценной информацией, передаваемой по сети, нет необходимости упоминать о важности анализа сетевого трафика для достижения надлежащей информационной безопасности. Анализ сетевого трафика является важным этапом для разработки успешных систем предупредительного контроля перегрузок и выявления нормальных и вредоносных пакетов в сети [1]. Для анализа сетевого трафика можно математически смоделировать его поведение с помощью временного ряда, в котором значения ряда будут представлять собой набор параметров, характеризующих работу сети, таких как *ip/port/mac* адреса *source* и *destination* и др. Анализ этих временных рядов предоставит информацию о таких характеристиках трафика, как тренд, сезон-

ность и др. для ежедневного набора данных. В свою очередь, это позволяет выделять трафик, нестандартный для данного сегмента сети и который требует повышенного внимания и дополнительного анализа.

Материал и методы исследования

1. Прогнозирование временных рядов (Time series forecasting)

Прогнозирование временных рядов является сложной задачей. Это сложно даже для нейронных сетей с присущей им способностью к обучению. В данной статье представлена система прогнозирования временных рядов на основе нейронных сетей, охватывающая разработку признаков, их важность, точечное и интервальное прогнозирование и оценку прогнозов. Описание метода сопровождается исследованием, с использованием сетей LSTM и GRU.

Временной ряд – это хронологически упорядоченные наблюдения x_t , записанные в определенное время t . Если набор временных шагов равен T , где $t \in T$ дискретно, то такой временной ряд называется дискретным, а если наблюдения записываются непрерывно в течение некоторого интервала времени, то временной ряд является непрерывным [2]. Целью анализа временных рядов обычно является построение модели и подгонка ее к наблюдениям для изучения зависимостей в наборе данных. Цель состоит в том, чтобы понять механизм возникновения наблюдений, найти закономерности и предсказать дальнейшее развитие наблюдаемых переменных. Временные ряды можно разделить на несколько компонентов, которые представляют основной тип закономерности: тренд, сезонность, циклы и остаточный компонент.

- T_t : тренд – возрастающее или убывающее значение,
- S_t : сезонность – повторяющийся краткосрочный цикл с известной частотой,
- C_t : циклы также повторяются, частота не точная,
- R_t : оставшаяся часть захватывает все остальное.

Если мы предполагаем аддитивное разложение, то путем сложения этих компонентов получается исходный временной ряд

$$y_t = T_t + S_t + C_t + R_t.$$

Если вариации вокруг тренда или величина сезонных колебаний не отличаются от уровня (ожидаемого значения) временного ряда, подходит аддитивное разложение. В противном случае больше подходит мультипликативная декомпозиция

$$y_t = T_t \times S_t \times C_t \times R_t.$$

2. Нейронные сети для прогнозирования

Цель обучения с использованием нейронных сетей состоит в том, чтобы дать предсказание на основе данных. Обучающий набор выходных (целевых) данных и некоторых входных переменных подается в алгоритм, который учится предсказывать целевые значения. Выходные данные могут быть категориальными (классификация) или непрерывными (регрессия). Задача алгоритма состоит в том, чтобы обеспечить высокое качество прогнозов, извлекая необходимые знания исключительно из имеющихся данных.

Нейронные сети – популярная структура для контролируемого обучения, это сетевая система взвешенных сумм и дифференцируемых функций, которая может

изучать сложно организованные структуры. Обычно для нахождения оптимальных значений весов сети используются варианты градиентного спуска вместе с обратным распространением (правило цепочки). Построение сети просто и интуитивно понятно, но результаты трудны для понимания. Существует много весов и связей, и не всегда объясняется, как система дала тот или иной результаты. Причина высокой популярности нейронных сетей проста: они хороши в изучении произвольно сложных функций и часто дают отличные прогнозы для довольно сложных задач машинного обучения.

2.1 Рекуррентные нейронные сети

Рекуррентные нейронные сети (RNN) представляют собой модели искусственной нейронной сети (ANN), предложенные в 1980-х годах (Rumelhart et al., 1986; Эльман, 1990; Werbos, 1988), которые позволяют оперировать последовательностями векторов. Они применяются при создании рукописного текста, машинном переводе, распознавании речи, классификации видео, субтитрах и других задачах. Ключевое различие между нейронными сетями прямого распространения (FNN) и RNN заключается в том, что RNN имеют память, в которой они хранят информацию, вычисленную на основе предыдущих входов, то есть на последний выход влияет не только предыдущий вход, но и все входы, которые были поданы в сеть. На рисунке 1 показано несколько примеров того, как может быть спроектирована структура сети в зависимости от того, является ли вход или выход (или и то, и другое) последовательностью [3]. Красные прямоугольники представляют входные векторы, синие прямоугольники – выходные векторы, а зеленые прямоугольники – (скрытые) блоки RNN. Существует поток данных не только из входного слоя через скрытый слой в выходной слой, но зеленые стрелки представляют поток между блоком RNN и его преемником. На рисунке 2 нет потока между нейронами в одном слое, в отличие от рисунка 3. Подача входных данных в FNN и RNN отличается. Если рассматривать предложение как входные данные в FNN, то в RNN предложение будет разбито на слова (или символы, в зависимости от задачи), и будет подаваться одно слово за раз.

Есть две популярные и эффективные модели РНС, которые действительно хорошо работают: долгосрочная краткосрочная память и рекуррентный блок с управляемой памятью.

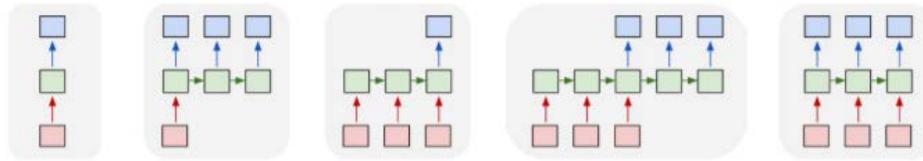


Рис. 1. Варианты структуры рекуррентных нейронных сетей

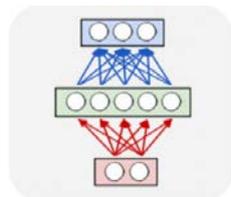


Рис. 2. Структура сети прямого распространения

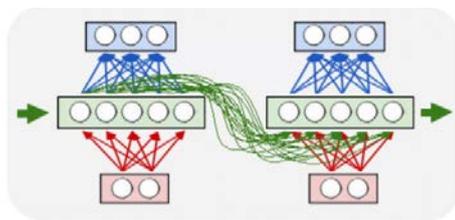


Рис. 3. Развернутая структура сети прямого распространения в течение 2 временных шагов

2.1.1 Сети долгосрочной краткосрочной памяти, Long Short-Term Memory (LSTM)

Сети долгосрочной краткосрочной памяти (впервые представленные в 1997 году Хохрайтером и Шмидхубером) имитируют способ обработки последовательных данных человеческим мозгом. Хорошим примером является чтение текста – чтобы запомнить достоверную информацию, мы забываем повторяющиеся части текста [4]. Хотя у RNN есть проблемы с долгосрочными зависимостями, модули LSTM решают эту проблему с помощью дополнительных функций.

Такие сети имеют 3 шлюза, которые управляют содержимым памяти. Эти шлюзы являются простыми логистическими функциями взвешенных сумм, где веса могут быть усвоены при обратном распространении. Это означает, что, хотя это кажется немного сложным, LSTM идеально вписывается в нейронную сеть и ее тренировочный процесс. Она может узнать, чему она должна научиться, запомнить то, что ей нужно запомнить, и вспомнить то, что ей нужно вспомнить, без какого-либо специального обучения или оптимизации. Входной шлюз (1) и забытый шлюз (2) управляют состоянием ячейки (4), которое

является долговременной памятью. Выходной шлюз (3) создает выходной вектор или скрытое состояние (5), которое является памятью, сфокусированной для использования. Эта система памяти позволяет сети запоминать на долгое время, чего сильно не хватало в обычных рекуррентных нейронных сетях.

$$i_t = \text{sigmoid}(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i) \quad (1)$$

$$f_t = \text{sigmoid}(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f) \quad (2)$$

$$o_t = \text{sigmoid}(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o) \quad (3)$$

$$c_t = f_t \odot c_{t-1} + i_t \odot \tanh(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c) \quad (4)$$

$$h_t = o_t \odot \tanh(c_t) \quad (5)$$

2.1.2 Сети с рекуррентным блоком управляемой памяти, Gated Recurrent Unit (GRU)

Несмотря на то что в сообществе машинного обучения часто используется название LSTM Autoencoder, Seq2Seq модели применяются не только к блокам LSTM. Существуют и другие варианты блоков LSTM. На сегодняшний день наиболее популярным является Gated Receivative Unit (GRU). Блок создается блоком LSTM, объединяющим забытый и входной вентиль в вентиль обновления z_t . Этот модуль управляет тем, сколько информации из предыдущего скрытого состояния передается в следующее скрытое состояние, позволяя фиксировать долгосрочные зависимости без необходимости иметь состояние ячейки. Это означает, что модуль проще в вычислении, потому что есть меньше параметров.

Поскольку он не имеет выходного вентиля, отсутствует управление содержимым памяти. Затвор (6) обновления управляет потоком информации от предыдущей активации, а также добавлением новой информации (8), в то время как затвор (7) сброса вставляется в активацию кандидата. В целом он довольно похож на LSTM. Только из этих различий трудно сказать, какой из них является лучшим выбором для данной проблемы/

$$z_t = \text{sigmoid}(W_z x_t + U_z h_{t-1} + b_z) \quad (6)$$

$$r_t = \text{sigmoid}(W_r x_t + U_r h_{t-1} + b_r) \quad (7)$$

$$h_t = z_t \odot h_{t-1} + (1 - z_t) \odot \tanh(W_h x_t + U_h (r_t \odot h_{t-1}) + b_h) \quad (8)$$

3. Характеристики

3.1 Разработка функций

Сети LSTM и GRU могут обучаться и запоминать характеристики временных рядов. Однако это не так просто, особенно когда у нас есть только короткая серия значений для обучения. Здесь может помочь умная инженерия характеристик. Существует очень мало вещей, будущие значения которых мы точно знаем [5; 6]. Время является одной из таких вещей – мы всегда знаем, как оно проходит. Поэтому мы можем использовать его для составления прогнозов, даже на несколько шагов вперед в будущее, без увеличения неопределенности. Все, что нам нужно сделать – это извлечь полезные характеристики, которые наш алгоритм сможет легко интерпретировать.

Компоненты временного ряда, такие как тренд или сезонность, могут быть закодированы во входных переменных, как и любое детерминированное событие или условие. Сдвинутые во времени значения целевой переменной также могут быть полезными предикторами. Характеристики обычно нормализуются перед подачей в нейронную сеть. Это полезно для процесса обучения. Двумя популярными вариантами изменения масштаба переменных являются минимаксный (9) и стандартный (10):

$$\tilde{x} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (9)$$

$$\tilde{x} = \frac{x - \text{mean}(x)}{\text{sd}(x)} \quad (10)$$

3.2 Задержки

Задержка означает возвращение на несколько шагов назад во времени. Чтобы предсказать будущее, прошлое является нашим лучшим ресурсом – неудивительно, что предыдущие значения целевой переменной довольно часто используются в качестве исходных данных для прогнозирования. Можно использовать лаги на любое количество временных шагов. Единственным недостатком использования запаздывающих переменных является то, что мы теряем первые наблюдения – те, чьи сдвинутые значения неизвестны. Это может быть актуально, когда временной ряд короткий.

3.3 Сезонность

Мы можем попытаться найти повторяющиеся закономерности во временном ряду, закодировав сезонные колебания.

Существуют различные способы сделать это. Разумным выбором является кодирование по принципу «один к одному». Здесь мы рассматриваем сезонность как категориальную переменную и используем фиктивные переменные для обозначения текущего временного интервала в сезонном цикле. Это просто и интуитивно понятно. Однако он не может действительно уловить цикличность, поскольку расстояние между интервалами не имеет значения во время кодирования. Кроме того, одноточечное кодирование использует отдельную переменную для представления каждого уникального значения, что может быть неудобно при большом количестве временных интервалов. Эти недостатки подхода с фиктивными переменными приводят нас к другому методу кодирования. Мы можем разместить значения на одной непрерывной шкале вместо использования нескольких двоичных переменных. Присваивая возрастающие равноудаленные значения последовательным временным интервалам, мы можем уловить сходство соседних пар, но при таком кодировании первый и последний интервалы оказываются наиболее удаленными друг от друга, что является ошибкой. Это можно исправить, преобразовав значения с помощью преобразования синуса (11) или косинуса (12). Для того чтобы каждый интервал был представлен однозначно, мы должны использовать оба варианта.

$$\tilde{x} = \sin\left(\frac{2 \times \pi \times x}{\max(x)}\right) \quad (11)$$

$$\tilde{x} = \cos\left(\frac{2 \times \pi \times x}{\max(x)}\right) \quad (12)$$

3.4 Индикаторы

Мы можем использовать простые индикаторные переменные для событий или условий, которые мы считаем важными. Праздники всегда особенные и проводятся необычным образом. Следовательно, двоичная переменная, указывающая на праздники, может нести информацию о временном ряде. Также может быть полезен индикатор рабочих дней или рабочих часов.

Заключение

В данной работе было проведено исследование и описание вариантов использования нейронных сетей с временными рядами.

ми данных, и описаны некоторые аспекты применения нейронных сетей для анализа и прогнозирования сетевого трафика, представленного в виде временных рядов, хотя они далеко не всеобъемлющие. Рекуррентные нейронные сети гораздо более гибкие и гораздо лучше подходят для прогнозирования временных рядов, чем обычно применяемые линейные модели. Тем не менее с помощью методов, описанных в этой статье, можно решить данные проблемы. Мы можем проводить анализ временных рядов с целью либо прогнозирования будущих значений, либо понимания процессов, движущих временными рядами, но нейронные сети особенно плохи в последнем случае. Важно понимать, что использование нейронных сетей необходимо для расширения функционала традиционных методов в области обнаружения вторжения в сеть передачи данных, а не для полного их замещения.

Список литературы

1. Белова А.Л., Бородавкин Д.Д. Определение оптимальной конфигурации системы обнаружения вторжений на базе свободно распространяемого программного обеспечения // Решетневские чтения: материалы XX Юбилейной междунар. науч.-практ. конф. (09–12 ноября 2016, г. Красноярск): в 2 ч. Ч. 2 / Под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2016. № 2. С. 244–246.
2. Peter J. B. Richard A. D. Introduction to Time Series and Forecasting. 2nd ed. Springer-Verlag New York, Inc, 2012. 449 с.
3. Karpathy A.E. The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks // Andrej Karpathy blog May 21, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness> (дата обращения: 10.05.2021).
4. Abanda A., Mori U., Lozano J. A review on distance-based time series classification. Data Mining and Knowledge Discovery. 2019. Vol. 33. No. 2. P. 378–412.
5. Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие: Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. 121 с.
6. Ширяев В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: учебное пособие. 6-е изд., испр. и доп. М.: КД «Едиториал УРСС», 2019. 232 с.

УДК 621:630*37

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ В РЕАЛЬНЫХ АРЕАЛАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Кузнецов А.В.

*ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: kuzalex@psu.karelia.ru*

В работе представлен анализ возможности применения в различных природно-производственных условиях разных модификаций и схем комплектования лесовозных автопоездов. В процессе вывозки, в зависимости от конкретной лесотранспортной сети, движение лесотранспортных средств может быть реализовано в разном пропорциональном соотношении с преобладанием в структуре как транспортировки древесины по веткам и лесовозным усам. В этом контексте требования к лесовозному транспорту могут отличаться значительно. Для эффективной работы лесовозного автотранспорта необходимо обеспечить опорно-сцепную проходимость в конкретных ареалах эксплуатации. Показателем обеспечения проходимости без буксования является значение коэффициента сцепного веса ($k_{сч}$). На основе значения этого показателя можно подобрать конкретную модификацию лесовозного автотранспортного средства и схему комплектования лесовозного автопоезда для конкретных природно-производственных условий эксплуатации. Анализ показал, что наибольший эффект для повышения значения $k_{сч}$ дают мероприятия по комплектованию лесовозного автопоезда базовым полноприводным автомобилем повышенной проходимости. При выборе модификации лесовозного автопоезда необходимо учитывать не только его проходимость, стоимостные показатели и надежность, но и конкретные природно-производственные условия эксплуатации лесовозного автотранспорта и состояние лесотранспортной сети.

Ключевые слова: лесовозные автопоезда, проходимость, коэффициент сцепного веса, пути первичного транспорта леса

ANALYSIS OF USING LOG TRUCKS IN REAL AREAS OF OPERATION

Kuznetsov A.V.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Petrozavodsk State University",
Petrozavodsk, e-mail: kuzalex@psu.karelia.ru*

The paper presents an analysis of the possibility of using different modifications and completing schemes for log trucks in various natural and industrial conditions. Wood transportation depends on the specific timber transport network. The movement of timber transport vehicles can be realized both along public roads and highways, and subsidiary haul roads and haul road spurs. In this context, the requirements for timber transport can differ significantly. For the efficient operation of log trucks, it is necessary to provide fifth-wheel permeability in specific areas of operation. The indicator of ensuring passability without wheel slipping is the value of the coefficient of adhesion weight. On the basis of this indicator, it is possible to select a specific modification of a timber transport vehicle and a scheme for completing a log truck for specific natural and industrial operating conditions. The analysis showed that the greatest effect for increasing the value of coefficient of adhesion weight is achieved by completing a log truck with a basic all-wheel drive off-road vehicle. When selecting a modification of a log truck, it is necessary to take into account not only cost and reliability, but also specific natural and industrial conditions for the operation of log trucks and the state of the timber transport network.

Keywords: log trucks, cross-country ability, coefficient of adhesion weight, ways of initial log movement

В настоящее время лесовозные автопоезда осуществляют движение по участкам лесотранспортной сети с разными эксплуатационными характеристиками, при этом качество покрытия, как правило, находится в хорошем или удовлетворительном состоянии. В этих условиях для лесозаготовительных компаний при освоении лесного фонда актуальной проблемой является рациональное формирование лесотранспортной сети [1] и выбор модификации, а также схемы комплектования лесовозного автопоезда для транспортировки древесины по существующим лесотранспортным путям. При этом ключевым критерием, влияющим на рентабельность производства, является минимизация затрат на вывозку древесины. В процессе решения вопроса по оптимизации транспортно-технологического освое-

ния лесного фонда необходимо учитывать достаточно много факторов и условий, влияющих на эффективность технологического процесса, одним из них является возможность освоения лесного фонда в летний (безморозный) или зимний период с использованием лесовозных дорог круглогодичного или зимнего действия [2; 3]. С другой стороны, решение практической задачи формирования оптимального состава лесовозного автотранспортного средства, определение его технико-экономических показателей и оценка его эффективности в различных природно-производственных условиях позволит осуществить рациональный выбор лесовозного автопоезда для конкретного ареала эксплуатации с учетом обеспечения ряда технологических и технических условий, одним из которых является проходимость.

Цель исследования: разработать метод выбора конкретной модификации лесовозного автотранспортного средства и схемы комплектования лесовозного автопоезда для различных природно-производственных условий.

Материалы и методы исследования

Как показала практика применения, для эффективной работы лесовозного автотранспорта необходимо обеспечить опорно-цепную проходимость в конкретных ареалах эксплуатации [4-7]. В работах Я.С. Агейкина, В.Ф. Бабкова, В.А. Горбачевского, Б.А. Ильина, Э.О. Салминена и других специалистов описаны зависимости для оценки проходимости лесотранспортных машин [8-10]. В частности, профессором В.А. Горбачевским [8] для оценки проходимости лесовозных автопоездов был предложен коэффициент проходимости:

$$C = \frac{k_{сц} \varphi}{\psi},$$

где $k_{сц}$ – коэффициент сцепного веса (массы); φ – коэффициент сцепления колес; $\psi = f + i$ – суммарный коэффициент сопротивления движению.

Установившееся движение возможно при $C > 1$, а надежность движения повышается при увеличении C . Отсюда условие движения автопоезда без буксования можно представить в виде [9-12]:

$$\frac{G_{сц}}{G_{авт}} = k_{сц} > \frac{f + i}{\varphi},$$

где $G_{сц}$ – сцепная масса автотранспортного средства, кг; $G_{авт}$ – полная масса автопоезда, кг; f – коэффициент сопротивления качению колеса; i – продольный уклон.

На основе зависимости (2) можно, варьируя в зависимости от условий эксплуата-

ции, значения коэффициентов f и φ , а также продольного уклона дороги i , определить требуемые значения коэффициента сцепной массы $k_{сц}$ и на основе этого подобрать конкретную модификацию лесовозного автотранспортного средства и схему комплектования лесовозного автопоезда.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе вывозки, в зависимости от конкретной лесотранспортной сети, движение лесотранспортных средств может быть реализовано в разном пропорциональном соотношении с преобладанием в структуре как транспортировки древесины по дорогам общего пользования и магистралям, так и по веткам и лесовозным усам. В этом контексте требования к лесовозному транспорту могут отличаться значительно, например при преобладании в структуре лесотранспортной сети путей первичного транспорта леса, в частности лесовозных усов, к лесовозному автопоезду должны предъявляться более высокие требования в плане возможности движения по этой категории лесовозных дорог [11; 13; 14]. В этом случае в состав автопоезда в качестве тягового звена рекомендуется включать автомобиль повышенной проходимости с колесной формулой 6×6 или 8×8 для обеспечения достаточного значения коэффициента сцепного веса $k_{сц}$. При этом для обеспечения устойчивого движения по путям первичного транспорта леса рекомендуемые значения коэффициента сцепного веса ($k_{сц}$): лесовозные усы в плохом состоянии – 0,6, на лесовозных усах с покрытием в удовлетворительном состоянии – 0,5, на ветках и магистралях: 0,4-0,45 [11; 12]. В частности, значения коэффициента сцепного веса ($k_{сц}$) в зависимости от типа покрытия представлены в таблице.

Значения коэффициента сцепного веса ($k_{сц}$) в зависимости от типа покрытия

Тип покрытия	Коэффициент сцепного веса ($k_{сц}$)			
	шины высокого давления, $i = 0,05$			
	сухая поверхность		мокрая поверхность	
	min	max	min	max
Асфальт	0,081	0,100	0,163	0,233
Гравийная дорога	0,150	0,213	0,188	0,283
Лежневая дорога	0,140	0,178	0,175	0,267
Грунтовая сухая укатанная	0,160	0,238	0,200	0,317
Грунтовая сухая слабоукатанная	0,190	0,275	0,238	0,367
Грунтовая дорога после дождя	-	-	0,250	0,500
Песок сыпучий	0,425	-	0,300	0,500
Грунт суглинистый	0,260	0,425	0,433	0,850
Снежная укатанная дорога	0,200	0,333	0,320	0,500
Снег рыхлый глубиной 400 мм	0,714	-	-	-

Если в структуре транспортной сети доминируют дороги общего пользования и магистрали, возможно использование лесотранспортных средств ограниченной проходимости, например лесовозных автопоездов на базе автомобилей с колесной формулой 6×4. Тем не менее при заезде подобных машин на лесовозные усы низких категорий возможно снижение проходимости (буксование, застревание), что приведет к уменьшению производительности и увеличению затрат. Это усугубляется тем, что на практике лесозаготовительные компании зачастую, руководствуясь принципом экономии, стараются строить в разных природно-производственных условиях лесовозные усы с простейшим грунтовым профилированным покрытием, которое рекомендуется только для первого типа местности. Выходом из этой ситуации может быть реализация на практике двухступенчатой вывозки, но в этом случае затраты на проведение лесотранспортных работ могут вырасти до 40%.

Исходя из вышеизложенного, можно предварительно предложить для конкретных условий эксплуатации следующие рекомендации. На путях первичного транспорта леса с хорошим состоянием покрытия и на магистралях, а также дорогах общего пользования могут осуществлять движение без ограничений по проходимости следующие автопоезда-сортиментовозы ($k_{cy} = 0,379-0,327$): КАМАЗ-65111 (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И, Тонар-652802-0000010 (6×4) + САВ 83433RC4-0000011-И, Mercedes-Benz Actros3346(6×4)+САВ83433RC4-0000011-И, КАМАЗ-6580 (6×4) + САВ 83433RC4-0000011-И, КАМАЗ-65115 (6×4) + Т8302В, МАЗ-63122J (6×4) + МАЗ-892620-010.

При наличии в структуре лесотранспортной сети путей первичного транспорта леса с удовлетворительным состоянием покрытия можно рекомендовать для осу-

ществления вывозки следующие марки автотранспортных средств ($k_{cy} = 0,483-0,409$): Mercedes-Benz Actros 3346A (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И, MAN TGS 33.480 6X6 BB-WW (6×6) + 84343A, КамАЗ 6560 (8×8) + САВ 83434-0000010-02, КАМАЗ-65111 (6×6) + Т8302В, МАЗ 6317F9-544-000 (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И, Scania G 480 CB6X6ENZ (6×6)+САВ 83434-0000010-02, МАЗ-6312С9 (6×4) + МАЗ-892630-020, КАМАЗ-43118 (6×6) + Т8302В, MAN TGS 33.480 6X6 BB-WW (6×6) + САВ 83434-0000010-02, МАЗ-631228 (6×4) + МАЗ-892620-010.

В случае необходимости обеспечения устойчивого движения по путям первичного транспорта леса в плохом состоянии можно предложить следующие марки и компоновочные решения ($k_{cy} = 0,641-0,516$): IVECO-AMT 633920 (6х6^{сц}) + САВ 83433RC4-0000011-И, МАЗ 6317F9-565-000 (6×6) + МАЗ-837810-020, УРАЛ 4320-82 (6×6) + НЕФАЗ-8332-09, IVECO-AMT 633920 (6х6) + САВ 83434-0000010-02, КамАЗ 6560 (8×8) + САВ 83433RC4-0000011-И, Volvo FMX (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И, Scania G 480 CB6X6ENZ (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И.

При этом необходимо учитывать, что при оснащении автопоездов-сортиментовозов на базе автомобилей повышенной проходимости с колесной формулой 6×6 двухосными прицепами вместо трехосных значение k_{cy} увеличивается в 1,23-1,3 раза. При оснащении автопоезда на базе автомобиля с колесной формулой 8×8 четырехосным прицепом вместо трехосного k_{cy} уменьшается в 1,15 раза (рис. 1а). При этом в тех же границах остается диапазон уменьшения ($k_{cy} = 1,15-1,16$) при комплектовании лесовозного автопоезда на базе автомобиля с колесной формулой 6×6 четырехосным прицепом вместо трехосного (рис. 1б).

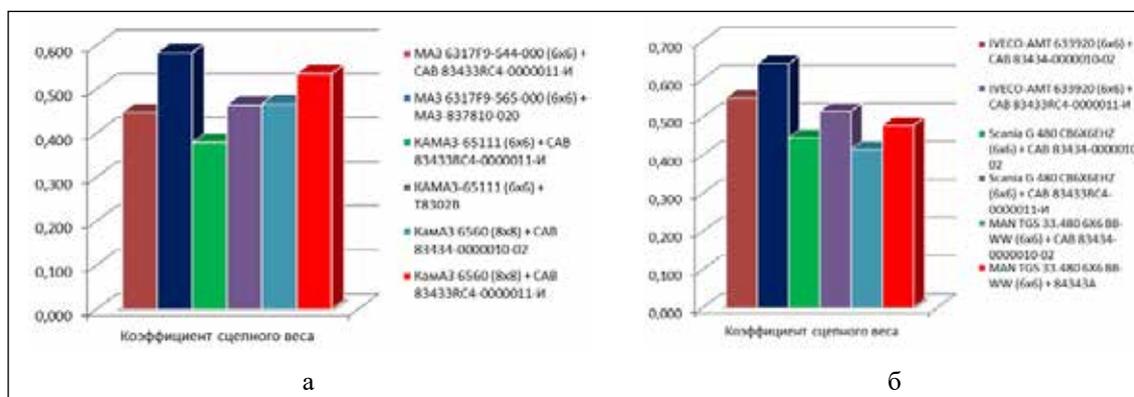


Рис. 1. График изменения значения коэффициента сцепного веса:
а – автопоезда-сортиментовозы, оснащенные двухосным, трехосным и четырехосным прицепом;
б – автопоезда-сортиментовозы, оснащенные трехосным и четырехосным прицепом

В то же время, если оснастить лесовозный автопоезд с трехосным прицепом базовым автомобилем с колесной формулой 6×6 вместо 6×4, значение коэффициента сцепного веса увеличится на 29-37% (рис. 2а).

Это позволяет сделать вывод, что в хороших условиях эксплуатации для повышения эффективности и производительности автомобильного подвижного состава при условии достаточной энерговооруженности базового автомобиля можно рекомендовать использование прицепного звена в виде четырехосного прицепа вместо трехосного или двухосного. В случае необходимости обеспечения проходимости по путям первичного транспорта леса с удовлетворительным состоянием покрытия преимущество имеют лесовозные автопоезда, в состав которых входят автомобили повышенной проходимости и двухосные прицепы.

При использовании на транспортировке сортиментов автопоездов в составе автомобиля-тягача и полуприцепа значение $k_{сц}$ изменяется в диапазоне 0,524-0,334 (рис. 2б): Iveco-AMT (6×6) + САВ 99402-0000010-04У, Iveco-AMT (6×6) + ТСП 9417, КАМАЗ-6560-53 (8×8) + ТЗА-588511, КАМАЗ-65221-53 (6×6) + САВ 9318С1-0000033(Т1), Iveco-AMT (6×6) + САВ 93182-0000053, МАЗ 6317F9 (6×6) + МАЗ-998640-010, Тонар-6428-0000010-40 (6×4) + ТОНАР-9445, Iveco-AMT (6×4) + САВ 93182-0000053. При этом нижние значения $k_{сц}$ достигаются при использовании в составе автопоезда автомобиля с колесной формулой 6×4, что подтверждает приведенные выше выводы.

При вывозке древесины в хлыстах или деревьях значение $k_{сц}$ изменяется в следующих пределах – 0,580-0,548 (рис. 3а): MAN TGS 40.430 + САВ 9042-0000011-22, Iveco-AMT 633930 + САВ 9042-0000011-23,

VOLVO FMX13 + САВ 9042-0000011-23, Урал4320+9047L, Iveco-AMT 633930+САВ 9042-0000011-10, УРАЛ 59604Т + 9047L, Камаз 43118 + САВ 9042-0000011-Т. Это позволяет рекомендовать применение данных машин в достаточно сложных дорожных условиях и условиях эксплуатации.

Стоит отметить появление на рынке лесовозных автопоездов на базе полноприводных автомобилей импортного производства как для транспортировки сортиментов: IVECO-AMT 633920 (6х6) + САВ 83433RC4-0000011-И, Scania G 480 CB6X6ENZ (6×6) + САВ 83433RC4-0000011-И и т.д., так и хлыстов или деревьев: MAN TGS 40.430 + САВ 9042-0000011-22, Iveco-AMT 633930 + САВ 9042-0000011-23, VOLVO FMX13 + САВ 9042-0000011-23 и др., которые благодаря своей высокой энерговооруженности и надежности составляют серьезную конкуренцию традиционным полноприводным модификациям автотранспортных средств отечественного и белорусского производства, основным преимуществом которых остаются только относительно низкие затраты на приобретение и преимущество в проходимости по сыпучим основаниям (песок и снег) отдельных полноприводных модификаций высокой проходимости с системой регулирования давления в шинах (в частности, автопоезд-сортиментовоз КАМАЗ-43118 (6×6) + Т8302В и автопоезд-хлыстовоз Урал 4320 + 9047L) (рис. 3б).

Ряд модификации автопоездов для транспортировки хлыстов или деревьев, например на базе автомобиля Урал 55571-1112-72М, Урал 55571-6151 или Урал 5557-6151, при комплектовании их прицепами-роспусками с регулируемой длиной дышла способны при необходимости осуществлять транспортировку пачки сортиментов.

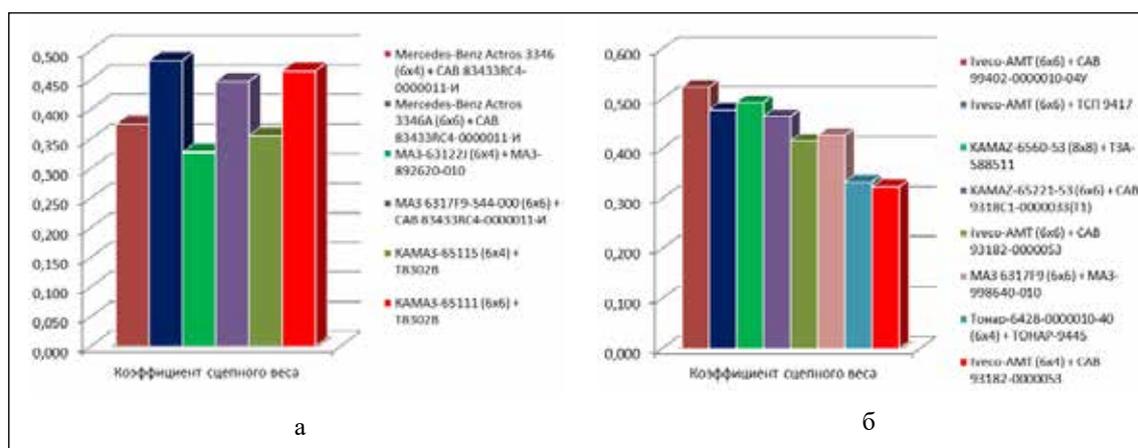


Рис. 2. График изменения значения коэффициента сцепного веса:
а – автопоезда-сортиментовозы, оснащенные двухосным и трехосным прицепом;
б – автопоезда-сортиментовозы, оснащенные двухосным и трехосным полуприцепом

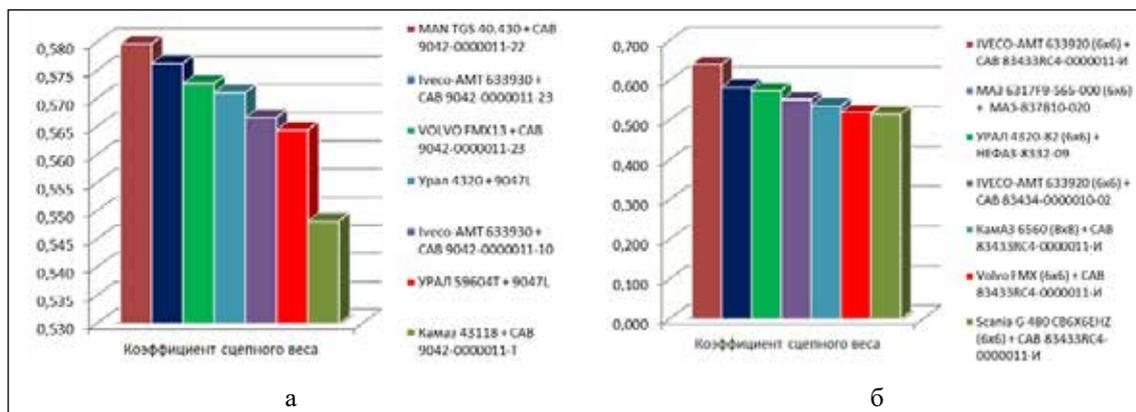


Рис. 3. График изменения значения коэффициента сцепного веса:
а – автопоезда для транспортировки хлыстов или деревьев с прицепом-роспуском;
б – автопоезда-сортиментовозы, оснащенные двухосным, трехосным и четырехосным прицепом

Это позволяет осуществлять вывозку древесины по путям первичного транспорта леса с низкой несущей способностью покрытия, повышение эксплуатационных свойств которых нецелесообразно экономически.

Выводы

Анализ показал, что наибольший эффект для повышения значения коэффициента сцепного веса дают мероприятия по комплектованию лесовозного автопоезда базовым автомобилем повышенной проходимости с колесной формулой 6×6 или 8×8. Значение коэффициента сцепного веса в этом случае может быть увеличено в 1,29-1,37 раза. Причем это касается как автопоездов, оснащенных прицепами, так и автопоездов в составе автомобиля-тягача и полуприцепа. В любом случае при выборе модификации лесовозного автопоезда необходимо учитывать не только его проходимость, стоимостные показатели и надежность, но и конкретные природно-производственные условия эксплуатации лесовозного автотранспорта и состояние лесотранспортной сети.

Список литературы

- Сушков С.И., Бурмистрова О.Н., Бурмистров Д.В. Повышение эффективности функционирования лесовозных дорог. Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 2017. 163 с.
- Лукашевич В.М., Шеголева Л.В. Методика планирования освоения лесных ресурсов с учетом сезонности лесозаготовок // Глобальный научный потенциал. 2014. № 8 (41). С. 134-136.
- Шегельман И.Р., Кузнецов А.В., Скрыпник В.И., Баглагин В.Н. Методика оптимизаций транспортно-технологического освоения лесосырьевой базы с минимизацией затрат на заготовку и вывозку древесины // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4-2. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1284> (дата обращения: 7.05.2021).

- Абашидзе И.Н., Хабазде М.А., Абашидзе И.И., Абашидзе А.И., Дидмандзе О.Н. Кинематические и динамические характеристики трехзвенных магистральных автопоездов при трогании с места и разгоне // Международный технико-экономический журнал. 2010. № 4. С. 101-103.

- Бобровник А.И. Повышение проходимости автомобиля МАЗ сельскохозяйственной модификации // Наука и техника. 2014. № 4. С. 71-82.

- Острецов А.В., Есаков А.Е., Шарипов В.М. Сравнительная оценка опорной проходимости автомобилей КАМАЗ-4350, КАМАЗ-43114 И УРАЛ-4320-31 на сыпучем песке // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2014. Т. 1. № 1 (19). С. 50-54.

- Мамити Г.И., Плиев С.Х., Васильев В.Г. Оптимальное распределение масс по осям двухосного автомобиля // Автомобильная промышленность. 2015. № 12. С. 5-7.

- Автомобильный транспорт леса: Справочник / Под общ. ред. В.А. Горбачевского. М.: Лесная промышленность, 1973. 376 с.

- Гончаров И.Н., Смиловенко О.О., Казябо В.А., Шавель Ю.И. Анализ показателей опорной проходимости автомобильной техники // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2018. № 2 (44). С. 121-129.

- Котляренко В.И. Оценка проходимости колёсных машин по деформируемым опорным поверхностям // Журнал автомобильных инженеров. 2008. № 1 (48). С. 30-35.

- Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Пладов А.В. Вывозка леса автопоездами. Техника. Организация. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 304 с.

- Васильев А.С., Шегельман И.Р., Скрыпник В.И. Обоснование эффективности модернизированной конструкции лесовозного автопоезда // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 08 (82). С. 497-509. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/32.pdf> (дата обращения: 7.05.2021).

- Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Васильев А.С. Обоснование направлений повышения эффективности функционирования лесовозных автопоездов // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2007> (дата обращения: 7.05.2021).

- Коркин С.Н., Курмаев Р.Х., Крамер А.С. Применение активных колёсных модулей в автопоездах для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т. 1. № 2 (14). С. 160-168.

УДК 62-137

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ПО ДАННЫМ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Паранук А.А., Бунякин А.В., Румянцев С.В., Субочев О.Г.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: rambi.paranuk@gmail.com

В данной работе авторами разработана математическая модель колебательной системы, состоящая из трех связанных гармонических осцилляторов, один из которых жестко закреплен. Разработанная модель представляет собой идеальную механическую систему, позволяющую определить закономерности и связи между собственными частотами при вибрациях газоперекачивающих агрегатов. Методика диагностирования состоит в том, чтобы следить за изменениями коэффициентов жесткости k_1 , k_2 , k_3 путем сопоставления их с обнаруживаемыми неисправностями, а также оценки значения коэффициентов, которые при расчетах могут сильно менять свои значения, что является косвенным показателем появления износа подшипника, трещин, осевого сдвига вала и дисбаланс ротора. Авторами получен новый экспериментальный метод диагностики подшипника вала газотурбинной установки (ГТУ), который можно использовать и для нагнетателя. Он позволяет по результатам виброграмм диагностировать неисправности, осевой сдвиг, разрушения бабита и износ подшипника вала ГТУ. Достоинствами предложенной модели является использование штатных систем диагностики ГПА и возможность адаптации, гибкая система отладки при интерпретации модели в алгоритм. Разработанная модель прошла опытно-промышленное внедрение и проверку на адекватность в условиях компрессорной станции, полученные результаты позволяют утверждать, что модель эффективна. Предложенная авторами математическая модель может быть реализована в алгоритм на любом из известных языков программирования, это позволит собирать данные с разных газоперекачивающих агрегатов для определения неисправностей и выявления узлов, которые в наибольшей степени подверглись износу в процессе эксплуатации. Создание подобного приложения сильно облегчит работу специалистов, которые занимаются диагностированием газоперекачивающих агрегатов, и повысит уровень надежности оборудования и основных узлов агрегата. Также выделим, что приведенные математические выкладки легко алгоритмируются и не требуют от языка программирования специальных математических функций, которые бы увеличили время вычисления и определения поврежденных узлов газоперекачивающего агрегата.

Ключевые слова: дефекты, виброграмма, диагностика ГПА, колебательная система, радиально-упорный подшипник скольжения, осевой сдвиг вала

CALCULATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF SLIDING BEARINGS OF GAS TURBINE ENGINES BASED ON THE RESULTS OF VIBRATION MEASUREMENTS

Paranuk A.A., Bunyakin A.V., Rumyantsev S.V., Subochev O.G.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: rambi.paranuk@gmail.com

In this work, the authors have developed a mathematical model of an oscillatory system consisting of 3 coupled harmonic oscillators, one of which is rigidly fixed. The developed model is an ideal mechanical system that allows you to determine the patterns and relationships between natural frequencies during vibrations of gas pumping units. The diagnostic technique is to monitor changes in the stiffness coefficients k_1 , k_2 , k_3 by comparing them with detected faults, as well as assessing the values of the coefficients, which can greatly decrease during the calculation, which is an indirect indicator of the appearance of bearing wear, cracks, axial shaft displacement and backlash. The authors obtained a new experimental method for diagnostics of the bearing of the shaft of a gas turbine unit (GTU), which can be used for a supercharger. It allows diagnosing faults, axial displacement, destruction of babit, destruction and wear of the GTU shaft bearing based on the results of vibrograms. The advantages of the proposed model are the use of standard GPU diagnostics systems, and the possibility of adaptation, a flexible debugging system when interpreting the model into an algorithm. The developed model has passed pilot industrial implementations and has been tested for adequacy in the conditions of a compressor station, the results obtained allow us to assert its effectiveness. The mathematical model proposed by the authors can be implemented into an algorithm in any of the known programming languages, this will allow collecting data from different gas pumping units to identify faults and identify the nodes that are most worn out during operation. The creation of such an application will greatly facilitate the work of specialists who are engaged in diagnosing gas-pumping units, and will increase the level of reliability of the equipment and the main units of the unit. We also note that the above mathematical calculations are easily algorithmized and do not require special mathematical functions from the programming language that would increase the time for calculating and determining the damaged units of the gas pumping unit.

Keywords: defects, vibrogram, GPU diagnostics, oscillatory system, angular contact sliding bearing, axial shift of the shaft

Современные магистральные трубопроводы транспорта природного газа являются инженерными системами, которые состоят из большого количества элементов, объеди-

ненных в объекты, выделим, что основным объектом магистрального газопровода, является газоперекачивающий агрегат компрессорной станции [1, 2].

Цель исследования: разработка методики диагностирования узла подшипника, который состоит из подшипника, вкладыша, масляного слоя ГТУ газоперекачивающего агрегата.

Материалы и методы исследования

Штатная система диагностики вибрации ТИК-РВМ, математическое моделирование.

К газоперекачивающим агрегатам (ГПА) предъявляют определенные требования:

- безотказность работы в течение всего периода эксплуатации;
- надежность работы ГПА при повышенных режимах эксплуатации магистрального газопровода.

Опыт длительной эксплуатации оборудования магистрального газопровода выявил наиболее слабые элементы, которые зачастую приводят к простоям магистрального трубопровода, авариям и аварийным ситуациям. Выделим, что к таким элементам можно отнести газоперекачивающие агрегаты в силу специфики эксплуатации и сложности конструкции элементов газоперекачивающего агрегата, а также ухудшения физических параметров агрегата по причине износа деталей, материалов конструкции, усталостных напряжений, которые возникают в узлах, подверженных длительным нагрузкам.

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) имеет множество уязвимых элементов, которые требуют своевременной диагностики и определения причины неисправности на ранних этапах развития дефектов [1]. К таким элементам можно отнести подшипниковый узел вала газотурбинной

установки и нагнетателя, который подвержен длительным нагрузкам, и перегрузка в случае неправильного контакта масляного слоя между валом и подшипником (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что масляный слой смазки выполняет несущую функцию, то есть принимает на себя нагрузку и создает в пятне контакта масляную подушку из смазки (так называемый гидродинамический клин), пятно контакта возникает при условиях соблюдения некоторых условий:

- трущиеся поверхности перемещаются относительно друг друга (в состоянии покоя масляного клина нет);
- между деталями находится жидкая среда или газовая (газодинамические подшипники);
- существует определенная форма трущихся элементов, в результате которого возникает зона разрежения для жидкости и газа, поэтому происходит затягивание в сужающую часть деталей трущихся поверхностей.

Диагностика подшипников и подшипниковых узлов газоперекачивающего агрегата выявила наиболее опасные повреждения, к ним можно отнести перекос осей втулки и шейки вала, биение шеек многоопорного вала и опор в картере.

Работоспособность подшипника подтверждается при выполнении следующих условий, к которым относится минимальный износ деталей, а также при выполнении условия устойчивости системы схватывания и механического разрушения как следствие деформации, стойкости к коррозионному износу материалов и усталостного сопротивления трещинам [2, 3].

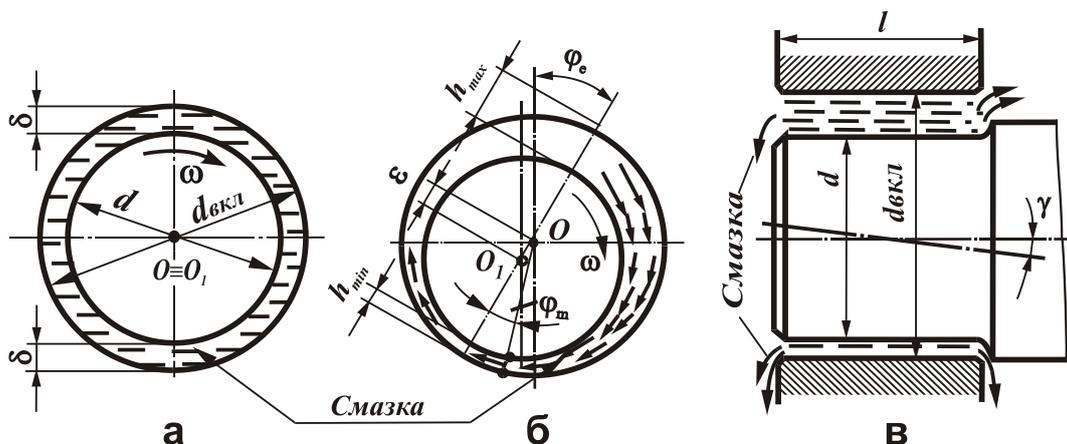


Рис. 1. Схема параметров подшипника: а – идеальное положение осей вкладыша и цапфы; б, в – реальное расположение вала во вкладыше подшипника [3]

Из рис. 1 видно, что масляный слой смазки выполняет несущую функцию, то есть принимает на себя нагрузку и создает в пятне контакта масляную подушку из смазки (так называемый гидродинамический клин), пятно контакта возникает при условиях соблюдения некоторых условий:

- трущиеся поверхности перемещаются относительно друг друга (в состоянии покоя масляного клина нет);

- между деталями находится жидкая среда или газовая (газодинамические подшипники);

- существует определенная форма трущихся элементов, в результате которого возникает зона разрежения для жидкости и газа, поэтому происходит затягивание в сужающую часть деталей трущихся поверхностей.

Диагностика подшипников и подшипниковых узлов газоперекачивающего агрегата выявила наиболее опасные повреждения, к ним можно отнести перекос осей втулки и шейки вала, биение шеек многоопорного вала и опор в картере.

Работоспособность подшипника подтверждается при выполнении следующих условий, к которым относится минимальный износ деталей, а также при выполнении условия устойчивости системы схватывания и механического разрушения как следствие деформации, стойкости к коррозионному износу материалов и усталостного сопротивления трещинам [2, 3].

Узел подшипника должен обеспечивать надежность при воздействии различных факторов. Современные материалы и компьютерное моделирование позволяют создавать сложные механические системы и узлы, но не существует идеальных систем, которые бы можно было бы адаптировать под любые условия эксплуатации. Поэтому на сегодня не существует подшипника, который бы удовлетворял всем требованиям, предъявляемым промышленностью, а в частности авиастроительной отраслью к конструированию газоперекачивающих агрегатов. Износ опор скольжения на работающем агрегате в условиях жидкостного трения является актуальной проблемой, на решение которой требуется направить весь научный потенциал, так как зачастую оно встречается очень часто на компрессорных станциях магистрального газопровода.

Изучением разрушения подшипников газоперекачивающих агрегатов занимается такая наука, как трибология, которая выдвигает современные гипотезы и математические модели, отражающие физику трения сопрягающихся деталей вала и подшипника.

При анализе установлены неисправности подшипников элементов ГТУ, нагнета-

теля по косвенным параметрам, авторами предложена упрощенная математическая модель диагностики данного узла. Данная модель представляет собой колебательную систему, состоящую из трех последовательных связанных гармонических осцилляторов, один из которых жестко закреплен. Данная модель представляет идеальную механическую конструкцию, позволяющую выявить закономерности и связи между собственными частотами при вибрациях ГПА и нагнетателя [3, 4].

Основа математической модели газоперекачивающего агрегата как колебательной системы

В основу математической модели положена упрощенная схема представления газоперекачивающего агрегата как единой колебательной системы, основанная на некоторых допущениях и обобщениях известных законов. Выделим, что моделирование является основным элементом научного познания, которое позволяет определить ряд параметров для оценки объекта исследования. В данной работе, мы исследуем газоперекачивающие агрегаты компрессорных станций магистрального газопровода и его элементы. Перед тем как приступить к моделированию, приведем небольшую классификацию, основанную на исследовании подобных систем, и виды неисправностей, которые в наибольшей степени могут быть обнаружены. К таким неисправностям можно отнести: дисбаланс деталей ротора, дефекты подшипника скольжения, дефекты в подшипниковых узлах, ослабления натяга на вкладышах подшипников, коробление корпусов при неправильном тепловом расширении, неисправности ротора и статора и т.д.

Для анализа газоперекачивающего агрегата как модели колебательной системы представим ее в виде схемы (рис. 2) [4, 5]:

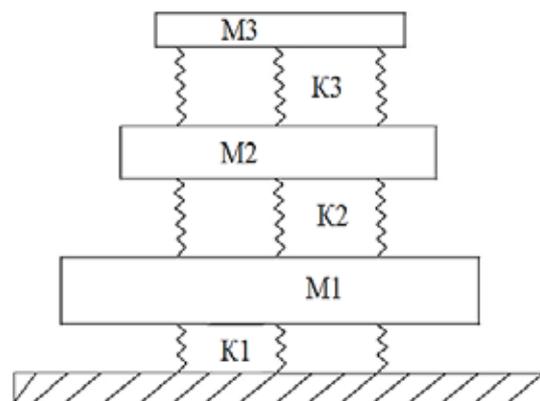


Рис. 2. Модель колебательной системы газоперекачивающего агрегата [1, 2]

1. Корпус (обозначим средний элемент системы).

2. Подшипниковый узел (подшипник, вкладыш, масляный слой) (обозначим верхний элемент).

3. Вал (обозначим нижний элемент).

Тогда M_1, M_2, M_3 – массы элементов, K_1, K_2 и K_3 – жесткости упругих соединений.

Выразим из уравнения Лагранжа идеальную механическую систему:

$$L = \frac{1}{2}(m_1\dot{x}_1^2 + m_2\dot{x}_2^2 + m_3\dot{x}_3^2) + \frac{1}{2}(k_1x_1^2 + k_2(x_2 - x_1)^2 + k_3(x_3 - x_2)^2). \quad (1)$$

В выражении (1) $x_{1,2,3}$ – это смещение элементов от положений их равновесия; точкой обозначена $\frac{d}{dt}$ – производная по времени.

Тогда выразим уравнение движения механической системы в форме Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}_i} = \frac{\partial L}{\partial x_i}. \quad (2)$$

В выражении (2) $i = 1, 2, 3$. Тогда получим систему уравнений

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + k_1x_1 - k_2(x_2 - x_1) = 0 \\ m_1\ddot{x}_1 + k_2(x_2 - x_1) - k_3(x_3 - x_2) = 0 \\ m_1\ddot{x}_1 + k_1x_1 - k_3(x_3 - x_2) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

При подстановке в систему уравнений (3) вектора-столбца получим решения матрицы:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^0 \\ x_2^0 \\ x_3^0 \end{pmatrix} = e^{i\omega t}, \quad (4)$$

Которую в последующем используем для определения характеристических (собственных) частот [1, 3].

$$\begin{pmatrix} -m_1\omega^2 + k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & -m_2\omega^2 + k_1 + k_2 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & -m_3\omega^2 + k_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Анализируемые частоты находятся из характеристического (векторного) уравнения, которое выражает условие равенства нулю, определяется матрицей уравнения

$$(-m_1\omega^2 + k_1 + k_2)(-m_2\omega^2 + k_1 + k_2)(-m_3\omega^2 + k_3) - k_2^2(-m_3\omega^2 + k_3) - k_3^2(-m_1\omega^2 + k_1 + k_2) = 0. \quad (6)$$

Из выражения (6) можно получить уравнение третьей степени, то есть кубическое уравнение относительно ω^2 , в связи с тем что матрица симметрична, ее собственные [3, 4] (частота в квадрате) значения вещественны, то для выполнения данного условия они должны быть еще и положительными.

Выражение (6) приведем к виду

$$(x - \omega_1^2)(x - \omega_2^2)(x - \omega_3^2) = x^3 + ax^2 + bx + c = 0, \quad (7)$$

Произведем замену переменной $x = \omega^2$:

$$-\omega_1^2 - \omega_2^2 - \omega_3^2 = a = -\left(\frac{k_2 + k_3}{m_2} + \frac{k_1 + k_2}{m_1} + \frac{k_3}{m_3}\right), \quad (8)$$

$$\omega_1^2\omega_2^2 + \omega_2^2\omega_3^2 + \omega_1^2\omega_3^2 = b = \left(\frac{(m_1 + m_2 + m_3)k_2k_3}{m_1m_2m_3} + \frac{(m_2 + m_3)k_1k_3}{m_1m_2m_3} + \frac{k_1k_2}{m_1m_2}\right), \quad (9)$$

$$-\omega_1^2\omega_2^2\omega_3^2 = c = -\frac{k_1k_2k_3}{m_1m_2m_3} \quad (10)$$

Тогда получим $y = x + \frac{a}{3}$, выражение (7) принимает вид $y^3 + py + q = 0$, где $p = -\frac{a^2}{3} + b$; $q = 2\left(\frac{a}{3}\right)^3 - \frac{ab}{3} + c$. Тогда ввиду симметричности матрицы, выражение (5) и ее собственные члены, должны иметь вещественные значения.

При выполнении условия, что $Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2 < 0$ – то так называемый «неприводимый случай», в котором формулы Кардано для корней кубического уравнения могут иметь

следующие (тригонометрические) представления [6, 7]:

$$y_1 = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \frac{\alpha}{3}, \quad (11)$$

$$y_2 = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \left(\frac{\alpha}{3} + \frac{2\pi}{3} \right);$$

$$y_3 = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \left(\frac{\alpha}{3} + \frac{4\pi}{3} \right), \quad (12)$$

$$\cos \alpha = -\frac{q}{2\sqrt{-\left(\frac{p}{3}\right)^3}}. \quad (13)$$

Из выражения при условиях, что $p < 0$ и $Q < 0$, которое равносильно тому, что $|\cos \alpha| < 1$, случай $Q = 0$, то есть $\cos \alpha = 1$ [8, 9]:

Тогда выражение (11), (13) примет вид

$$\omega^2_1 = -\frac{a}{3} + 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \frac{\alpha}{3}, \quad (14)$$

$$\omega^2_2 = -\frac{a}{3} + 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \left(\frac{\alpha}{3} + \frac{2\pi}{3} \right), \quad (15)$$

$$\omega^2_3 = -\frac{a}{3} + 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \left(\frac{\alpha}{3} + \frac{4\pi}{3} \right). \quad (16)$$

В выражениях (14), (15), (16)

$$\alpha = \arccos \left(-\frac{q}{2\sqrt{-\left(\frac{p}{3}\right)^3}} \right),$$

который изменяется в интервале $0 < \alpha < \pi$, для общего сведения тригонометрическое представление корней имеет вид

$$y_{1,2,3} = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \left(\alpha \pm 0, \frac{2\pi}{3} \right).$$

Это проверяется непосредственной подстановкой и использованием тождества

$$\cos^3 x = \frac{1}{4}(\cos 3x + 3\cos x).$$

Получим:

$$\cos \alpha = -\frac{q}{2\sqrt{-\left(\frac{p}{3}\right)^3}} < 1,$$

то есть $\left(\frac{q}{2}\right)^2 < \left(-\frac{p}{3}\right)^3$, при $Q < 0$.

Случай же $Q = 0$, то есть $\cos \alpha = 1$, то $\alpha = 0$ и $y_2 = y_3 = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos \frac{2\pi}{3}$. Это кратность корней – вырождение.

Проверка модели на адекватность

Для проверки результатов, полученных в данном исследовании, необходимо соблюдение условия, что произвольных $m_{1,2,3}$ и $k_{1,2,3}$ по формулам (1), (2) и (3) вычисляются частоты (в квадрате $\omega^2_{1,2,3}$) и они положительны. После этого они подставляются в выражение (6), где проверяется условие, при котором они приближенно равны (≈ 0).

Отметим, что коэффициенты k_1, k_2, k_3 , считаются неизвестными и характеризуют жесткость системы. Известными величинами является масса корпуса, движущегося подшипника и вала, частоты ($\omega_{1,2,3} = 2\pi\gamma_{1,2,3}$) измеряются вибрографом.

Из уравнений (1), (2) и (3) находятся неизвестные k_1, k_2, k_3 каким-либо численным методом, например, встроенным в Excel или MathCad.

Методика диагностики заключается в том, чтобы следить за изменениями коэффициентов жесткости k_1, k_2, k_3 путем сопоставлением их с обнаруживаемыми неисправностями, а также оценки значения коэффициентов, которые при расчетах могут сильно уменьшаться, что является косвенным показателем появления износа подшипника, трещин, осевого сдвига вала и дисбаланса ротора.

Для проверки полученных результатов необходимо провести проверку результатов. Далее проведем эксперимент на радиально-упорном подшипнике скольжения ГПА. И проанализируем рис. 3, который представила система ТИК-РВМ.

Система предназначена для постоянного мониторинга, отображения, контроля и хранения, а также анализа параметров вибраций ГПА и его механического состояния.

Установлено, что работоспособность узла подшипника сильно связана с правильной центровкой ротора, а также она подвержена влиянию тепловых перемещений фундаментных колонн под ГПА, тепловых перемещений корпуса турбины и нагнетателя под действием усилия со стороны патрубков.

Исследование газоперекачивающего агрегата компрессорной станции «Донская» проводилось в два этапа, на первом этапе анализ работы и установление стабильного режима и снятие показаний, на втором этапе калибровка приборов и диагностика, а также обработка полученных данных с помощью математической статистики. Выборка и анализ заведомо неправильных показаний (поверка).

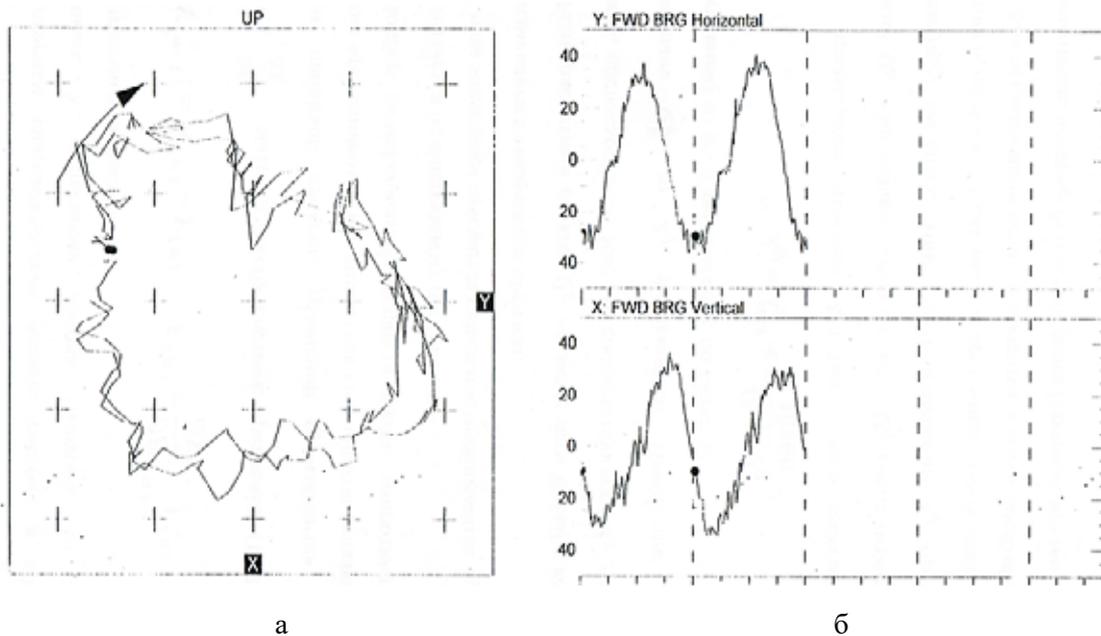


Рис. 3. Вращение вала и радиально-упорного подшипника скольжения:
а – отклонения вала ГПА по осям (X и Y);
б – вертикальное и горизонтальное отклонение вала ГПА [1, 3]

Из рис. 3 мы видим, что вращение вала газоперекачивающего агрегата и подшипника скольжения. В левой части приводится траектория и направление оси вращения Y к оси X, в правой части рисунка разложено колебание по оси X с вертикальной составляющей. Исследование проводилось на компрессорных станциях «Донская». Из данного графика на рис. 3, мы можем получить все необходимые данные для нашей модели.

Расчетная часть

При разработке данной математической модели были учтены параметры конкретного газоперекачивающего агрегата, который эксплуатируется на компрессорной станции «Донская». Исследование данного агрегата проводилось при максимальных нагрузках с рабочим давлением 5,6 Мпа, температура природного газа на входе 27 °С.

Из рис. 3 получили следующие данные:

1. Условный период колебания масляного слоя $T = 10^{-3} \text{ с}$
2. Частота вращения масляного слоя $n = 3000 \text{ об/мин}$.
3. Угловая скорость вращения

$$-\omega = \frac{2\pi}{T} = 6,28 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}.$$

4. Разность перемещения $l = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Для наших расчетов условно возьмем следующие величины:

1. Масса вала центробежного компрессора $m = 50 \text{ кг}$.
2. $s = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ – площадь поперечного сечения.

3. Максимальное перемещение масляного слоя $L = 8\Delta L = 0,002 \text{ мм}$.

Выразим условную жесткость колебаний «k» между валом и масляным слоем из формулы $\omega^2 = \frac{k}{m}$ и получим

$$k = m \cdot \omega^2 \approx 40 \cdot 10^6 \cdot 50 = 2 \cdot 10^9 \text{ н/м}.$$

Отсюда можно найти давление, оказываемое масляным слоем на поверхность вала:

$$p = \frac{f}{s}. \quad (17)$$

В выражении (17) f – это сила, с которой масляный слой давит на вал газоперекачивающего агрегата вместе контакта.

Из закона Гука выражение (17) известно, что $f = k\Delta l$, таким образом, мы окончательно получим

$$p = k \cdot \frac{l}{s} = 2 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-5}}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па} (\approx 0,8 \text{ кгс/мм}^2)$$

Из литературного обзора установлено, что характеристики, полученные в результате исследования, совпадают с характеристиками материала, близкого к каучуку [7, 8]. В связи с этим в результате рассмотре-

ния авторы пришли к мнению, что для приближенного прогнозирования поведения масляного слоя в радиально-упорном подшипнике скольжения, необходимо на вибростенде провести испытания на каучуке с помощью создания вынужденных колебаний [9, 10] на вибростенде, а затем по параметрам жесткости установить зависимости, позволяющие дать характеристику поведению масляного слоя в подшипнике.

Заключение

Авторами предложена оригинальная математическая модель, может дать характеристику маслу и определить интервал времени для его замены. В созданной математической модели, которая прошла лабораторные испытания, применен новый подход к прогнозированию состояния подшипника вала ГПА. Полученные данные и виброграммы можно сравнить с реальными данными с учетом погрешности измерений, они позволят прогнозировать дефекты подшипника и вкладыша, а также их можно реализовать в алгоритм для диагностики данного узла газоперекачивающего агрегата. Предложенная авторами математическая модель может быть реализована в алгоритм на любом из известных языков программирования, это позволит собирать данные с разных газоперекачивающих агрегатов для определения неисправностей и выявления узлов, которые в наибольшей степени подверглись износу в процессе эксплуатации. Создание подобного приложения сильно облегчит работу специалистов, которые занимаются диагностированием газоперекачивающих агрегатов, и повысит уровень надежности оборудования и основных узлов агрегата. Также выделим, что приведенные математические выкладки легко алгоритмируются и не требуют от языка программирования специальных математических функций, которые бы увеличили

время вычисления и определения поврежденных узлов газоперекачивающего агрегата. Кроме этого, данная математическая модель может служить диагностической или мониторинговой системой предупреждения неисправностей узлов газоперекачивающего агрегата компрессорной станции магистрального газопровода.

Список литературы

1. Паранук А.А., Кунина П.С., Буныкин А.В., Абесоло М.К. Оценка технического состояния узлов газоперекачивающих агрегатов как модель колебательной системы // Экспозиция Нефть Газ. 2015. № 4 (43). С. 88–90.
2. Паранук А.А., Румянцев С.В., Субочев О.Г. Методы вибродиагностики ГПА // Актуальные вопросы современной науки: Теория, методология, практика, инноватика: сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 79–81.
3. Паранук А.А., Румянцев С.В., Гурьев Д.М. Диагностика ГПА в условиях компрессорных станций // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика: сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 81–84.
4. Иванов Э.С. Обеспечение эффективности работы компрессорных станций в условиях сниженной загрузки магистральных газопроводов. Уфа, 2016. 188 с.
5. Семушкин А.В., Подлозный А.О., Черникова Е.А., Щуровский В.А. Методические принципы параметрической диагностики технического состояния газотурбинных газоперекачивающих агрегатов // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». 2017. № 1 (29). С. 22–31.
6. Ванчин А.Г. Выбор оптимальной последовательности диагностирования центробежного нагнетателя в условиях компрессорной станции магистрального газопровода // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 1. С. 31–35.
7. Хвостиков А.С. Вибрационный анализ роторной системы турбокомпрессоров // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–2. С. 293–298.
8. Сорокин Г.М., Малышев В.Н. Основы механического изнашивания сталей и сплавов: учебное пособие. М.: Логос, 2020. 308 с.
9. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении: учебное пособие / В.И. Круглов, В.И. Ершов, А.С. Чумадин, В.В. Курицына. М.: Логос, 2020. 432 с.
10. Молотков Н.Я. Колебательные процессы. Учебный эксперимент: учебное пособие. Долгопрудный: Интеллект, 2013. 288 с.

УДК 004.8

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

¹Скрыпников А.В., ¹Денисенко В.В., ²Хитров Е.Г., ¹Савченко И.И., ¹Евтеева К.С.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: mr.saranov@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: yegorkhitrov@gmail.com

Кибербезопасность – быстро развивающаяся область, требующая постоянного совершенствования благодаря заметному продвижению в облачных сетях и веб-технологиях, онлайн-банкинге, социальных сетях, мобильной среды окружающей, смарт-сетки и прочих. На данный момент в большинстве случаев информационная безопасность является реактивной. Методы машинного обучения могут быть применены во многих сферах науки. Их отличительные свойства – масштабируемость, адаптивность, потенциал. Именно поэтому есть возможность моментально адаптироваться под новые и ранее неизвестные вызовы. Машинным обучением является класс методов ИИ (искусственного интеллекта), характерной чертой данных методов считается не обычное прямой решение поставленной задачи, а обучение в процессе поиска и применения решений сходных задач во множественном количестве. Создание таких машинных методов требует использования средств статистики математической, численных методов, теории вероятности и графов, прочих техник работы с цифровыми данными. Проанализированы типы программных решений, платформ и устройств информационной безопасности с использованием искусственного интеллекта для автоматизированного реагирования на сетевые и локальные угрозы, также на поведение пользователей и различных информационных сущностей. Показана необходимость применения машинного обучения в сфере кибербезопасности.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, кибербезопасность, данные, исследование, информационная безопасность

SOLVING PROBLEMS OF INFORMATION SECURITY WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

¹Skrypnikov A.V., ¹Denisenko V.V., ²Khitrov E.G., ¹Savchenko I.I., ¹Evteeva K.S.

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: mr.saranov@mail.ru;

²St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, e-mail: yegorkhitrov@gmail.com

Cybersecurity is a fairly rapidly developing area that requires constant improvement due to the noticeable advancement in cloud networks and web technologies, online banking, social networks, mobile environment, smart grids and others. Machine learning methods can be applied in many areas of science. Their distinctive properties are scalability, adaptability, potential. That is why it is possible to instantly adapt to new and previously unknown challenges. Machine learning is a class of AI (artificial intelligence) methods, a characteristic feature of these methods is not the usual direct solution of the problem, but learning in the process of finding and applying solutions to similar problems in a plurality. The creation of such machine methods requires the use of mathematical statistics, numerical methods, probability theory and graphs, and other techniques for working with digital data. The types of software solutions, platforms and information security devices using artificial intelligence for automated response to network and local threats, as well as to the behavior of users and various information entities are analyzed.

Keywords: machine learning, artificial Intelligence, cybersecurity, data, research, information security

К сожалению, приходится констатировать, что информационная безопасность на данный момент в большинстве случаев является реактивной. Только после того, как произошло какое-либо чрезвычайное происшествие, связанное с воровством данных, финансов, выведением из строя техники, начинается реакция и борьба с последствиями. Эффективность систем безопасности и защиты напрямую зависит от того, как быстро специалисты будут извещены о том, что была произведена атака.

Одной из современных тенденций киберпреступности является создание вредоносных доменов, используемых для атак не больше одного-двух раз. Внесение их в черный список не поможет защититься,

поскольку домены будут появляться со скоростью, сходной с геометрической прогрессией. Решить эту проблему может помочь машинное обучение. Машинное обучение – это метод, основанный на анализе данных, автоматизирующий построение аналитических моделей; является направлением исследований в области искусственного интеллекта, основанным на идее возможности создания систем, способных учиться на наборах данных, выявлять закономерности и принимать решения с минимальным вмешательством человека.

Антивирусные программы и приложения, которые используют сигнатуры для обнаружения вирусов, также подвержены постоянным атакам. Ежедневно происходит

обнаружение миллиардов вредоносных записей, которые не успевают нанести какой-либо вред, так как они моментально уничтожаются.

Традиционные методы обнаружения вредоносных программ позволяют отследить записи, которые ранее уже были успешно использованы хакерами. Машинные методы в этом плане предпочтительнее, так как они способны выявить такие записи, которые еще ни разу себя не проявляли, но содержат вирусы [1].

Исследование направлено на анализ возможностей и условий применения методов машинного обучения в перспективных системах комплексной защиты информации и изучение технических решений, использующих модели и алгоритмы машинного обучения.

Материалы и методы исследования

Исследование базируется на принципах разработки эффективных систем управления рисками информационной безопасности и накопленном личном опыте в области администрирования информационных систем и обеспечения требований информационной безопасности.

Результаты исследования и их обсуждение

Для того чтобы машинные методы успешно справлялись со своей задачей, необходимо на вход модели либо алгоритма подать множество входных данных, на них модель пройдет обучение. После того, как модель пройдет обучение, появится возможность добавлять входные данные, в которых модель сможет находить искомое [2].

Основными ключевыми элементами машинного метода обучения считаются:

1. Датасет. Большое количество вводимых данных. Для того чтобы модель могла успешно распознавать что-либо, нужно подавать на вход немалое количество данных, в этом случае используется датасет. К датасету относятся сетевые потоки, почтовые сообщения, логи, интернет-трафик и сведения об активности пользователей. Для получения наиболее точного результата предсказания и обнаружения вредоносных записей, датасет должен содержать огромное количество данных, которые должны быть самыми разнообразными. Для обнаружения спама требуются сотни тысяч, миллионы сообщений, которые необходимо тщательно проанализировать. Для предсказания действий пользователя необходимо тщательно отслеживать его деятельность в интернете в течение нескольких недель. Для обнаружения доменов, несущих вред, необходи-

мо изучить сотни миллиардов, триллионы DNS-запросов. Эффективность методов машинного обучения напрямую зависит от качества датасета. Если использовать датасеты ненадлежащего качества, имеющие некорректные данные, то даже идеальная модель машинного обучения не в силах будет помочь в решении задачи.

2. Признаки. Именно их ищут в датасетах. К ним относятся: доменное имя, длительность сетевой сессии, электронный адрес отправителя, IP-адрес, используемый протокол, время суток и прочее. В зависимости от поставленной задачи может быть обнаружено больше сотни различных признаков. К примеру, некоторые системы защиты конечных устройств содержат 400 и более признаков.

3. Алгоритмы-модели. Чтобы найти искомое в датасетах по определенным признакам, можно подобрать разные способы, которые зависят от задаваемых параметров. Верный выбор модели либо алгоритма – это некий баланс между быстротой работы, аккуратными предсказаниями и сложностью модели. Именно поэтому приходится довольно часто экспериментировать с моделями до тех пор, пока среди них не обнаружится более подходящая для решения конкретной поставленной задачи.

Универсальный алгоритм, применяемый методами машинного обучения, не был обнаружен, несмотря на то, что известны попытки признать таковой нейронную сеть. Для разных задач должны применяться разные модели. Обычно их делят по типу обучения или по функции. К примеру:

1. По типу обучения: с учителем, без него, с подкреплением.

2. По функции: регрессия, нейросети, дерево решения, кластеризация, байесовские [3].

Классическое машинное обучение может применяться в случаях, когда в наличии есть простые данные и вполне конкретные признаки. Одним из примеров может служить блокировка кредитной карты после того, как с нее сняли наличные за границей; это достаточно простой случай. Обычно все платежные и прочие операции с картой производились в домашнем регионе, алгоритм работал по четко заведенному порядку. Далее неожиданно происходит операция за границей, а при этом банк не предупрежден о том, что клиент покинул пределы страны и планирует пользоваться картой за рубежом. При помощи классического машинного обучения эта задача решается моментально.

Примерно 75% классических алгоритмов – это обучение с учителем. Рабо-

та производится с маркированными либо уже размеченными данными. Это подразумевает, что модели необходимо сообщать, где спам, а где его нет, где присутствует мошенничество, а где его нет; где DDoS, а где его нет. После прохождения обучения с учителем можно научиться с легкостью выделять и классифицировать новые данные. При этом в них просто выделить нечто аномальное. Классические алгоритмы помогают увидеть загрузку какого-либо вредоносного кода, ранее не известного, обнаружить спам- и фишинговые атаки, автоматически созданные вредоносные домены. Наиболее популярными алгоритмами можно назвать регрессию и классификацию. Благодаря регрессии можно получить предсказание значения, а классификация предскажет категорию.

Чтобы предсказать, когда именно начнется рост атак вредоносных записей и кодов, нужно использовать регрессию, а если необходимо разобраться, каких атак предвидится больше, требуется классификация. Из этих типов алгоритмов каждый может быть подразделен на множество алгоритмов машинного обучения с учителем. Таким образом можно предсказать атаку вредоносного программного обеспечения или заблокировать подозрительный HTTP-трафик.

Но бывает так, что данные входные не размечены. Например, в один момент происходит четырехкратная попытка войти в аккаунт под одной и той же учетной записью, что фиксируется системой защиты. Политика конфиденциальности предусматривает только три попытки входа. Следовательно, происходит атака. Для обнаружения множества попыток попадания в систему машинное обучение не требуется.

Второй пример. Если одна и та же учетная запись в течение одних суток подвергается попыткам проникновения из разных географических точек, можно говорить о вредоносной атаке. Но можно и не говорить об этом, ведь человек, являющийся пользователем, может просто отправиться в командировку и заходить в рабочую программу в разных отелях разных стран, каждый раз создавая новую сессию. Именно такие сценарии ошибочно признаются банками мошенничеством. Чтобы обнаружить этот вид активной деятельности, методы машинного обучения также не нужны.

Но при попытке доступа к учетной записи из необычного места, которое не входит в базу системы безопасности и, следовательно, его невозможно распознать как неправомерный вход, методы машинного обучения обязательно понадобятся. Используется обучение без учителя, а также один из алгорит-

мов, который называется кластеризацией. Ее возможность объединять схожие события в кластеры может пригодиться в данном случае. Нестандартное место входа – это сигнал для признания его аномалией и подозрения на вредоносность события. Это вполне может сигнализировать о попытке украсть учетные записи. Кластеризация без учителя – менее точный метод, чем алгоритм с учителем. В попытках разобраться может выясниться интересная деталь: пользователь, к примеру, подключает к своей учетной записи определенное приложение, которое имеет доступ к защищенным данным, облачному хранилищу, а затем забывает об этом. Автоматическое подключение такого приложения может регистрироваться из любого места планеты.

Рассмотрим пример, где обучение без учителя отлично работает. Это обнаружение утечки информационных данных либо саботаж администратора. Нет возможности утверждать, где находится грань между нормальным и аномальным количеством удаляемых из облака либо скачанных по локальной сети файлов на один компьютер. При этом есть возможность сравнивать между собой обнаруженный признак у различных пользователей и групп пользователей, создавая их объединение в кластеры, выявляя при этом аномальное и нормальное поведение [1].

К примеру, в один день пользователи способны загрузить в сеть Интернет примерно 100 Мбит данных; но тут же какой-либо из пользователей загружает более 10 гигабайт. Эту явную аномалию можно обнаружить и без методов машинного обучения. Но можно ими воспользоваться для того, чтобы объединить некоторые признаки. К ним относятся: протокол, дата, время суток, тип данных, их объем, адрес получателя. Таким образом можно определить и отделить выгрузку дистрибутива обновленной версии приложения для удаленных офисов от воровства данных.

Один из видов машинного обучения без учителя – нейросети. Они в последнее время невероятно быстро набирают популярность. Применяются там, где датасеты достаточно сложны, либо тяжело выделяются признаки, которые выбирают модель в датасете. Основная идея нейросети – ее внутренние слои имеют безграничную возможность выполнять свои собственные суждения о том, что представляет важность в датасете и что необходимо извлечь из него в процессе машинного обучения. Все примеры, приведенные выше, могут быть обнаружены нейронными сетями. Однако чаще всего их используют для наиболее сложных

сценариев. К ним относятся: борьба с угрозами для биометрии, распознавание фальшивых документов и файлов, распознавание текстов по безопасности и прочие. У нейросетей существует серьезный недостаток – полное отсутствие обратной связи. Именно поэтому нет возможности объяснить, по какой причине из входных данных получается именно этот результат.

На данном этапе можно выделить несколько областей кибербезопасности, где применяется машинное обучение и искусственный интеллект (ИИ):

1. UEBA (User and Entity Behavior Analytics) – система проводит анализ поведения пользователей и различных информационных сущностей, что позволяет обнаруживать случаи нестандартного поведения и использовать их для детектирования внутренних и внешних угроз, применяя шаблоны (паттерны) угроз.

2. TIP (Threat Intelligence Platform) – платформы раннего детектирования угроз и реагирования на них. Применение методов машинного обучения повышает эффективность обнаружения неизвестных угроз на ранних этапах.

3. EDR (Endpoint Detection and Response) – система обнаружения атак оперативного реагирования на любых компьютерных устройствах. Продукты данного типа могут обнаруживать вредоносные программы, автоматически классифицировать угрозы и самостоятельно реагировать на них.

4. SIEM (Security Information and Event Management) – мониторинг систем в реальном времени, анализ безопасности системы на основе информации, поступающей от сетевых устройств, приложений и сервисов.

5. NDR (Network Detection and Response) – устройства и аналитические платформы обнаруживают атаки на сетевом уровне и оперативно реагируют на них. ИИ использует накопленную статистику и базу знаний об угрозах.

6. SOAR (Security Orchestration and Automated Response) – системы, позволяющие выявлять угрозы информационной безопасности и автоматизировать реагирование на инциденты. В решениях данного типа, в отличие от SIEM-систем, ИИ помогает не только проводить анализ, но и автоматически реагировать надлежащим образом на выявленные угрозы.

7. Средства защиты приложений (Application Security) – системы, позволяющие определять угрозы безопасности прикладных приложений, управлять дальнейшим циклом мониторинга и устранения таких угроз.

8. Антифрод (Antifraud) – платформы, работающие в режиме реального времени. Обнаруживают угрозы в бизнес-процессах и мошеннические операции. ИИ используется для определения отклонений от установленных бизнес-процессов, что позволяет быстро выявить возможное финансовое преступление или уязвимость процесса. Применение ИИ в таких системах особенно актуально, так как позволяет быстро адаптироваться к изменению логики и различных метрик бизнес-процессов, а также использовать лучшие практики в индустрии.

На данный момент самыми популярными направлениями применения ИИ в кибербезопасности можно считать обнаружение и реагирование на кибератаки – 33% от всех продуктов и обнаружение мошенничества в бизнес-процессах – 11%. Специалисты крупнейших IT-компаний также отмечают тот факт, что применение продуктов с использованием ИИ сокращает количество ложных срабатываний, повышает эффективность обнаружения и скорость реакции на угрозы, а также помогает в расследовании инцидентов [4, 5].

Существует целый перечень проблем информационной безопасности. Среди них можно выделить крупнейшие потоки событий, снижение качества экспертиз, а также глобальную нехватку персонала. Несмотря на постоянно обновляющийся список предпринимаемых мер, число атак растет ежедневно, ежечасно. На данный момент примерный период необнаружения угроз равен 200 дням. Это отличный результат быстрой работы защитных средств, используемых для защиты данных.

Кроме того, не следует думать, что машинное обучение – единственно правильная методика поведения в области кибербезопасности. Первым неприятным моментом является то, что разработан целый класс атак на машинное обучение, которые направлены на датасеты и на алгоритмы, что может привести к пропущенным атакам, неверным решениям, ложным срабатываниям. Ко второй неприятности относится то, что мошенники постоянно совершенствуют свои методы и также применяют машинное обучение в своей деятельности – это и создание программ, наносящих вред, и анализ поведения пользователей, а также фишинг, обход систем защиты, разработка сборщиков персональных данных (ботов), подмена личности и так далее. В противовес мошенникам, умеющим пользоваться методами машинного обучения, можно использовать только искусственный интеллект. И именно поэтому применение машинного обучения в кибербезопасности – необходимость, ведь

без него современная система информационной безопасности может просто прекратить свое существование [6, 7].

Заключение

Сегодня еще не достигнут тот уровень безопасности, при котором можно абсолютно и полностью отказаться от участия человека при принятии решений в области информационной безопасности.

Многие модели, разработанные современными учеными, способны детектировать новейшие угрозы, подозрительные действия и аномалии, они могут ответить на вопросы «что произошло?» и «почему это произошло?». Но, к сожалению, еще нет возможности предсказывать будущее в кибербезопасности, помимо некоторых узких сфер. Именно поэтому вопрос «что произойдет?» пока остается без ответа. И тем более пока нет ответа на вопрос «что я должен сделать?».

В течение последних 6 лет на рынке информационной безопасности было выявлено и зафиксировано более 220 поглощений, которые напрямую связаны с искусственным интеллектом. На сегодняшний день это направление вошло в пятерку наиболее распространенных сделок, а многие игроки рынка кибербезопасности (помимо отечественных) активно инвестируют в технологии машинного обучения, которые затем интегрируют в свои продукты [5].

К сожалению, конечный потребитель все еще не может достаточно активно пользоваться всеми преимуществами, ко-

торые дает искусственный интеллект, так как у него нет правильно обработанных датасетов, квалифицированных аналитиков, способных самостоятельно применять существующие модели анализа либо разработать свои [5].

Для того чтобы успешно пользоваться моделями машинного обучения, нужно четко понимать, что из себя представляет эта технология. Это требуется еще и для того, чтобы искать новые решения или эксплуатировать готовые.

Список литературы

1. Годин В.В., Корнеев И.К. Управление информационными процессами: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 17. М.: ИНФРА-М, 2000. 512 с.
2. Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. Информационные системы: учебное пособие. ЭБС ЗНАНИУМ. 2-е изд. М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 448 с.
3. Федотова Е.Л. Информационные технологии и системы: учебное пособие. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 352 с.
4. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Denisenko V.V., Saranov I.A., Kuznetsova E.D., Savchenko I.I. Information security as the basis of digital economy. Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020). 2020. P. 149–153.
5. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 471 с.
6. Робачевский А., Немнюгин С., Стесик О. Операционная система UNIX: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 635 с.
7. Гупал В.М. Математические методы анализа дискретных структур генетического кода. М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2015. 334 с.

УДК 62-851.1

ИССЛЕДОВАНИЕ КАМЕРНОГО ДВУХМЕМБРАННОГО ПРИВОДА С ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ ИЗГИБНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ОПОР ШТОКА

Сысоев С.Н., Данг Х.Л., Королев В.Е.

*Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Владимир, e-mail: kahcep@gmail.com*

Настоящая статья посвящена исследованию влияния эффективной площади рабочей камеры двухмембранного привода на технические характеристики пневмомеханического преобразователя. В современных двухмембранных преобразователях, применяемых в силовой и управляющей аппаратуре гидронепневоавтоматики, применяют дифференциальную схему силового воздействия рабочей среды на мембраны. При этом использованием мембран с отличающимися друг от друга величинами опор штока изначально задается направление его перемещения, что ограничивает функциональные возможности привода и существенно снижает технические характеристики. Использование регулирования эффективной площади рабочей камеры теоретически позволяет применить симметричную структуру с одинаковыми эффективными площадями мембран, реализуя «нулевое» положение штока при различных величинах давления в камере рабочей среды питания. Предложена методика настройки и стабилизации «нулевого» положения штока двухмембранного приводного механизма, заключающаяся в том, что в исходном положении максимально увеличивают эффективную площадь каждой из мембран путем установки с внешней стороны камеры дополнительных ограничителей их изгибной деформации. Установка на штоке ограничителей изгибной деформации мембраны позволяет существенно уменьшить зависимость влияния внешнего силового воздействия на привод с сохранением хода подвижного рабочего органа. Методика и устройство для ее реализации не только расширяют функциональные возможности привода, но и существенно повышают статические и динамические характеристики. В исследованном двухмембранном приводе механическая характеристика по интегральной оценке повышена примерно в 11,1 раза.

Ключевые слова: двухмембранный преобразователь, методика настройки, ограничитель изгибной деформации

STUDY OF A DOUBLE DIAPHRAGM CHAMBER TYPE ACTUATOR WITH BENDING DEFORMATION LIMITERS OF PUSH ROD SUPPORTS

Sysoev S.N., Dang Kh.L., Korolev V.E.

*Alexander Grigorievych and Nikolay Grigorievich Stoletov Vladimir State University,
Vladimir, e-mail: kahcep@gmail.com*

The present paper is devoted to the study of the influence of the effective area of the working chamber of the double diaphragm actuator on the technical characteristics of the pneumatic mechanical transducer. Modern double diaphragm actuators used in power and control equipment of hydraulic and pneumatic control systems are designed to be used with a differential connection of power action of the processing medium on the diaphragms. In this case, the use of diaphragms with different values of rod supports initially set the direction of its movement, which limits the actuator use and significantly reduces the performance specifications. Adjusting the effective area of the working chamber theoretically allows applying symmetric structure with equal effective areas of diaphragms, implementing the «zero» position of the rod at different pressure values in the processing medium chamber. The proposed tuning technique of the «zero» position of the double diaphragm actuator rod is that the effective area of each of the membranes in the initial position has been maximized by installing additional bending deformation limiters on the outer side of the chamber. The installation of diaphragm bending deformation limiters on the rod allows to significantly reduce the dependence of the external force on the actuator while maintaining the performance of the movable operating device. The methodology and the device for its implementation not only expand the functional capabilities of the actuator but also significantly increase the static and dynamic performance. Examining the double diaphragm actuator we discovered that the mechanical performance according to the integral estimate method is increased by approximately 11.1 times.

Keywords: double diaphragm actuator, tuning technique, bending deformation limiter

В камерных приводах применяют приводные механизмы, имеющие гибкую нерастяжимую или растяжимую оболочку, перемещающую подвижный рабочий орган. Применение различного вида оболочек привело к разнообразию созданных механизмов данного типа, включая оболочковый бесштоковый пневмоцилиндр толкающего типа [1], систему приводов камерных захватных устройств [2], сильфонные приводы криволинейного перемещения [3], торовые и торообразные приводные механизмы, движители [4].

Мембранные приводы, отличающиеся конструктивной простотой, широко применяются в различных отраслях промышленности. При этом для управления используют морально устаревший принцип работы, реализуя требуемые характеристики и регулируя величину давления среды в рабочей камере.

Применение современного метода [5] управления приводов, заключающегося в использовании эффективной площади мембран для управления, повышает эффективность их работы.

Разработка и совершенствование одномембранных приводов, управляемых эффективной площадью мембраны, показали [6] существенное повышение их технических характеристик, включая жесткостную механическую.

Исследования [7] использования эффективной площади камеры в двухмембранном приводе с установленными нерегулируемыми ограничителями изгибной деформации мембран показали не только повышение технических характеристик привода, но и расширение их функциональных возможностей. При этом в приводных механизмах традиционно устанавливают мембраны с разными эффективными площадями.

Двухмембранные приводы отличаются спецификой дифференциальной схемы воздействия рабочей среды на мембраны.

Использование регулирования эффективной площади рабочей камеры теоретически позволяет применить симметричную структуру с одинаковыми эффективными площадями мембран, реализуя «нулевое» положение штока при различных величинах давления в камере рабочей среды питания. Однако данная структура, возможность ее реализации, дрейф нуля положения штока и влияние на него различных факторов не исследовались.

Цель исследования: повышение эффективности работы двухмембранных приводов с жесткими центрами и регулируемой эффективной площадью рабочей камеры.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является результативность эффективности функционирования пневматических мембранных приводов. Предмет исследования – управление двухмембранными приводами регулированием эффективной площади рабочей камеры.

Для осуществления поставленной задачи проведем анализ функционирования

двухмембранного симметричного пневмомеханического преобразователя (рис. 1), имеющего рабочую камеру, образованную корпусом, и двух гибких мембран с жесткими центрами, связанными со штоком. Величиной давления рабочей среды создаются левое $F_{\text{л}}$ и правое $F_{\text{п}}$ силовые воздействия на мембраны и результирующее $F_{\text{шт}}$ на шток.

На исходное (нулевое) положение штока, при одинаковых левом и правом жестких центрах, влияет неточность изготовления опор, их заделки, заделки мембран, жесткостные характеристики и остаточная деформация мембран.

В данном преобразователе при абсолютно симметричном исполнении мембран, согласно зависимости (*) эффективная площадь камеры равна нулю, так как $F_{\text{л}}$ равна $F_{\text{п}}$.

$$\begin{aligned} \pm F_{\text{шт}} &= F_{\text{л}} - F_{\text{п}} = p \cdot S_{\text{эфф}} = \\ &= p \cdot 1/3\pi \cdot (R \cdot r_{\text{л}} + r_{\text{л}}^2 - R \cdot r_{\text{п}} - r_{\text{п}}^2), (*) \end{aligned}$$

где R – радиус мембраны; $r_{\text{л}}$ и $r_{\text{п}}$ – соответственно радиусы негнувшейся опоры левой и правой мембран; $F_{\text{шт}}$ – сила на штоке.

Так как силы, действующие на шток, одинаковые, то повышение давления рабочей среды не должно привести к смещению штока относительно исходного положения.

Однако реально на практике сложно реализовать симметричное исполнение камеры. Кроме этого процесс работы мембран сопровождается возникновением их остаточной деформации, величина которой может быть различной. Отличаться могут и упругие исходные характеристики мембран. Все это затрудняет настройку и регулировку исходного (нулевого) положения штока и обеспечение неизменности его координаты от величины давления в рабочей камере.

Интерес представляет влияние использования в приводе мембран с разной характеристикой упругой деформации.

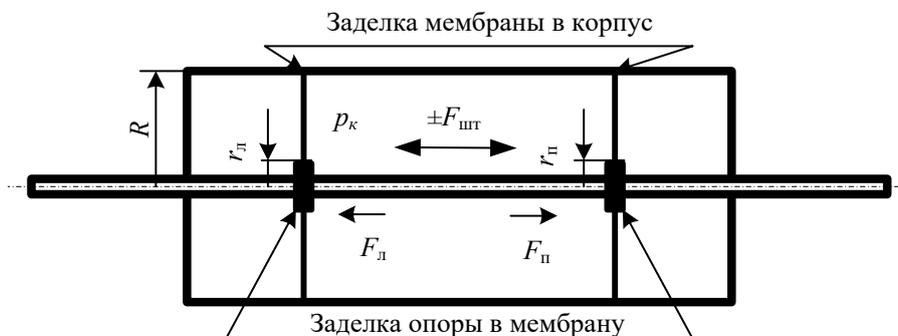


Рис. 1. Схема двухмембранного пневмомеханического преобразователя симметричного исполнения с одинаковыми эффективными площадями мембран

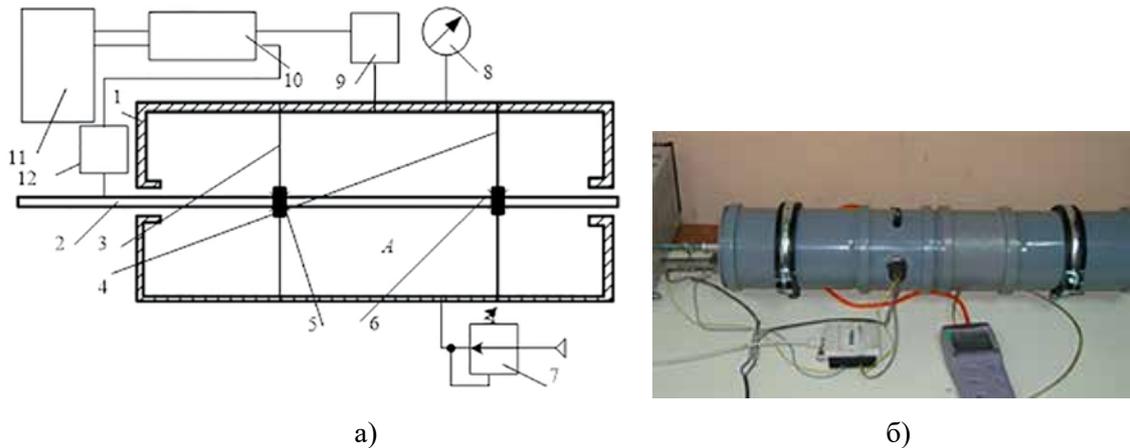


Рис. 2. Лабораторный стенд двухмембранного привода: а) схема стенда; б) вид общий.

Исследования данного привода проводились на лабораторном стенде (рис. 2).

Двухмембранный приводной механизм (рис. 2, а) состоит из корпуса 1, в котором установлен шток 2, выполненный с возможностью продольного перемещения.

В корпусе закреплены мембраны 3 и 4, связанные между собой штоком. Левая мембрана однослойная, а правая – двухслойная. В мембранах выполнены одинакового размера опоры штока 5 и 6. Мембраны образуют с корпусом герметичную камеру A , которая выполнена с возможностью соединения через редукционный клапан 7 с источником пневмопитания, величина которого настраивается манометром 8. С датчика давления 9 сигнал поступает через АЦП 10 на ПЭВМ 11. На штоке уста-

новлен резистивный датчик 12 его линейного перемещения, сигнал с которого поступает через АЦП на ПЭВМ.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования показали, что при симметричном исполнении элементов механизма в статике, разница в величине упругой деформации мембран существенно не влияет на зависимость положения штока, при изменении давления рабочей среды в камере.

Однако величина изменения давления оказывает существенное влияние на изменение положения штока в динамике. Возникает колебательный процесс, при котором шток сначала перемещается в сторону расположения однослойной мембраны (рис. 3).

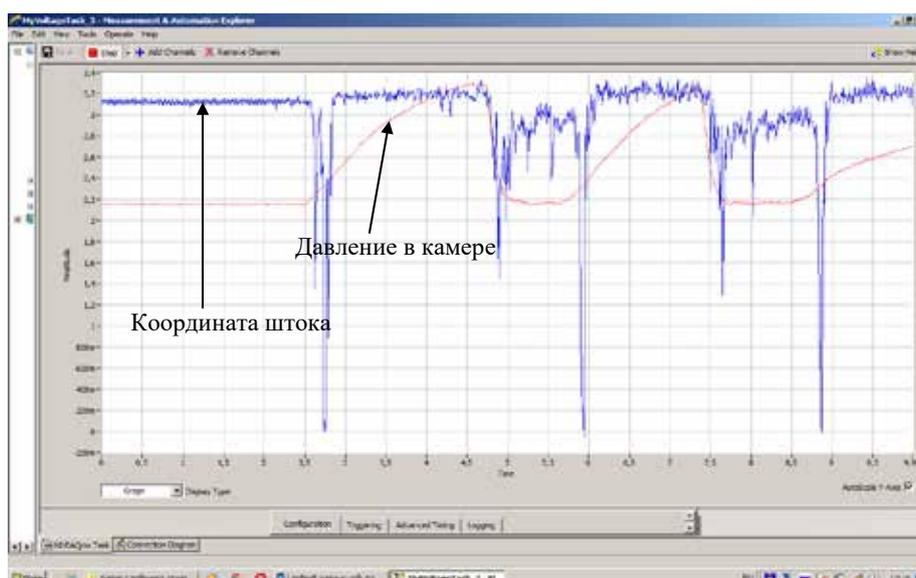


Рис. 3. Осциллограмма координаты штока и давления в рабочей камере, образованной мембранами с разными характеристиками упругой деформации

Данный процесс объясняется тем, что однослойная левая мембрана, обладающая, по сравнению с правой, меньшей изгибной жесткостной характеристикой, от воздействия на нее давления рабочей среды, изгибается с опережением правой. Возникающая при этом кинетическая энергия движения мембраны, направленная влево, приводит к первоначальному смещению штока в данном направлении.

Таким образом, на характеристики двухмембранного привода влияет множество факторов, включая размеры элементов и погрешность их изготовления; опоры штока; заделки мембран, свойства используемых материалов мембран.

Недостатками привода являются:

- трудность настройки «нулевого» положения штока;
- зависимость «нулевого» положения штока от величины давления рабочей среды в рабочей камере;
- низкая механическая жесткостная характеристика положения рабочего органа от нагрузки;

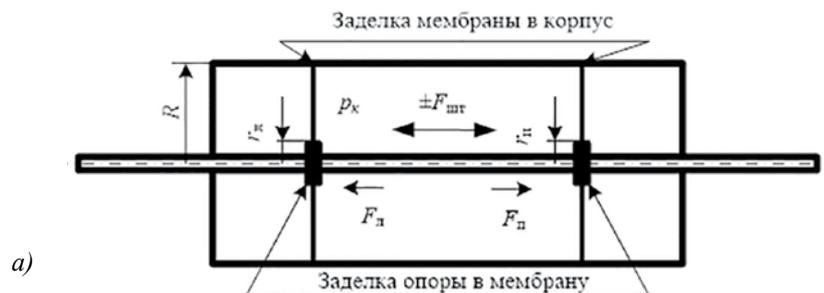
- значительное влияние на характеристики привода изменений свойств мембран, например, остаточной деформации.

Регулирование силового воздействия от давления в рабочей камере на шток величиной его опоры позволяет устранить данные недостатки.

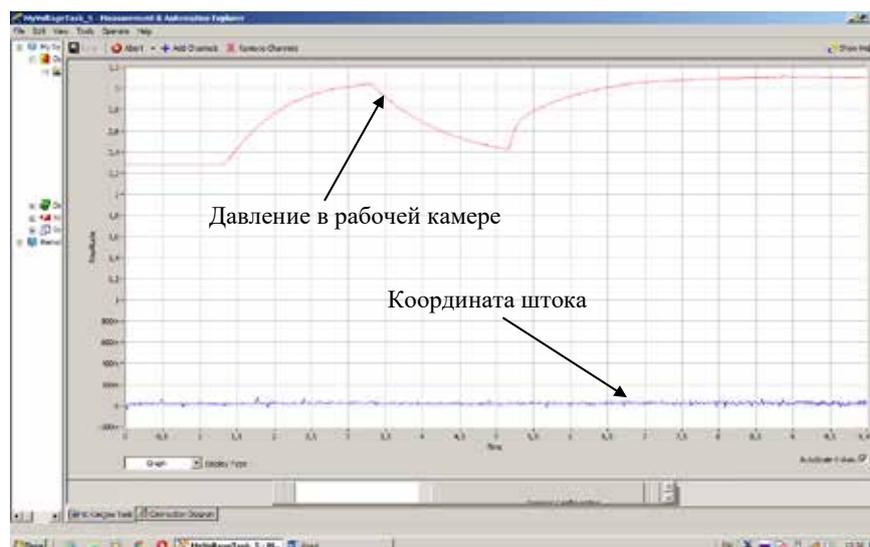
Предложена методика настройки и стабилизации «нулевого» положения штока двухмембранного приводного механизма, заключающаяся в том, что в исходном положении максимально увеличивают эффективную площадь каждой из мембран, путем установки с внешней стороны камеры дополнительных ограничителей их изгибной деформации.

Данная методика реализована устройством, показанном на рис. 4, а.

Ограничители закреплены на штоке и выполнены в виде пластин-упоров с радиальными размерами, меньшими R . Они не соединены с поверхностью мембран, что не изменяет их изгибную рабочую поверхность.



а)



б)

Рис. 4. Двухмембранный пневмомеханический преобразователь с ограничителями изгибной деформации мембран: а) схема; б) оциллограмма координаты штока и давления в рабочей камере

Проведены исследования влияния изменения величины давления пневмопитания, в рабочей камере приводного механизма, на положение штока.

На рис. 4, б, показан характер зависимости положения штока от величины давления в рабочей камере.

Графики показывают, что изменение величины давления в рабочей камере привода от нуля до 0,4 атм не приводит к изменению начального положения штока.

Установку «нулевого» положения штока для всего диапазона рабочего давления в камере реализуют настройкой и регулировкой усилий прижатия ограничителей к мембранам.

Предложенная методика и устройство для его реализации открывают возможность повышения жесткостью механической характеристики привода.

Для подтверждения данного предположения проведены натурные исследования влияния внешнего силового воздействия на положение штока при давлениях в камере от нуля до 0,4 атм. Результаты исследований показаны на рис. 5.

В данном устройстве при полезной нагрузке до 60 Н установка ограничителей изгибной деформации мембраны позволяет существенно уменьшить зависимость влияния внешнего силового воздействия на привод с сохранением хода подвижного рабочего органа.

Механическая характеристика привода по интегральной оценке повышается примерно в 11,1 раза.

Таким образом, предложенная методика и устройство для ее реализации позволяет легко настраивать и стабилизировать «нулевое» положение штока двухмембранного приводного механизма. В разработанном двухмембранном приводе существенно повышена его механическая характеристика.

Требуемое перемещение штока осуществляют отведением ограничителей от мембраны. Например, перемещение правого ограничителя (рис. 4) приводит к уменьшению эффективной площади правой мембраны и уменьшению $F_{п}$ при неизменном силовом воздействии рабочей среды на шток, направленном влево. В результате шток перемещается влево.

Ограничители закреплены на штоке и выполнены в виде пластин-упоров с радиальными размерами, меньшими R . Они не соеденены с поверхностью мембран, что не изменяет их изгибную рабочую поверхность.

Проведены исследования влияния изменения величины давления пневмопитания, в рабочей камере приводного механизма, на положение штока.

На рис. 4, б, показан характер зависимости положения штока от величины давления в рабочей камере.

Графики показывают, что изменение величины давления в рабочей камере привода от нуля до 0,4 атм не приводит к изменению начального положения штока.

Установку «нулевого» положения штока для всего диапазона рабочего давления в камере реализуют настройкой и регулировкой усилий прижатия ограничителей к мембранам.

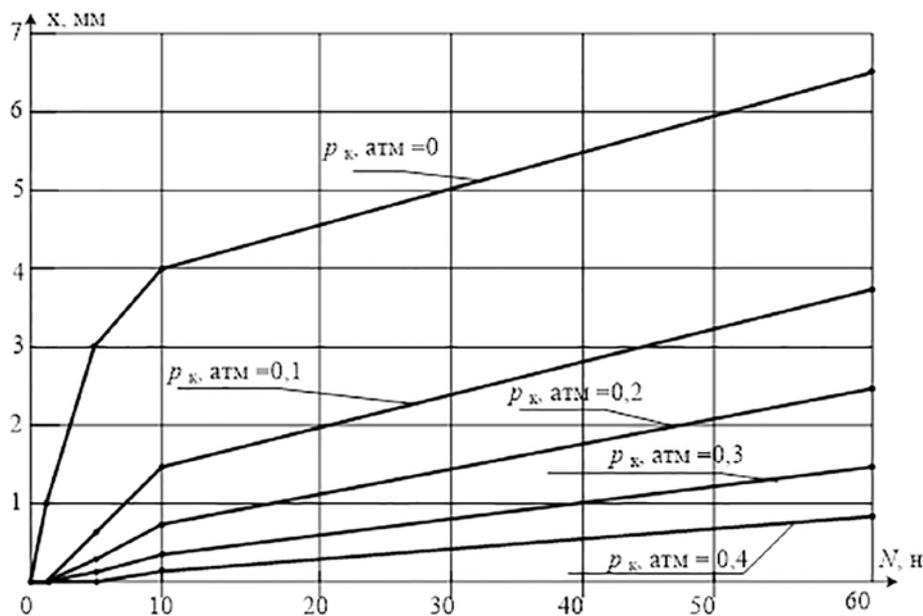


Рис. 5. Графики зависимости положения штока от силового воздействия на него

Предложенная методика и устройство для его реализации открывают возможность повышения жесткостной механической характеристики привода.

Управление эффективной площадью камеры двухмембранного преобразователя выполнялись аналогично управлению одномембранного привода [6] путем установки на штоке дополнительной камеры управления.

Заключение

1. Проведенным анализом применения управления двухмембранных приводов, регулированием эффективной площадью рабочей камеры, выявлены недостатки, необходимость и возможность их совершенствования.

2. Установлено, что при симметричном исполнении элементов приводного механизма, изменение давления в рабочей камере существенно снижает его динамическое характеристики.

3. Предложенная методика настройки двухмембранного приводного механизма, позволяет упростить настройку и стабилизировать «нулевое» положение рабочего органа.

4. В разработанном двухмембранном приводе с регулируемой эффективной площадью рабочей камеры существенно повышена его механическая жесткостная характеристика.

Список литературы

1. Чернущ П.П. Разработка динамических математических моделей силовых оболочковых бесштоковых пневмоцилиндров толкающего типа с учетом динамики сжатого газа: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2015. 18 с.
2. Никитин Р.А. Система пневматических приводов камерных захватных устройств для перемещения легкоповреждаемых изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владимир, 2013. 16 с.
3. Пирогов С.П., Чуба А.Ю. Применение манометрических трубчатых пружин в сельскохозяйственных машинах // Агропромышленная политика России. 2017. № 9 (69). С. 82–88.
4. Шишкин В.В., С.В. Скориков, А.А. Брачихин Торговые технологии: монография. Ставрополь: СКОУ, 2014. 370 с.
5. Сысоев С.Н., Черкасов Ю.В., Воздуган А.А. Способ работы мембранного привода с жесткими центрами // Патент РФ № 2623080. Патентообладатель ФГБОУ ВО ВлГУ, 2017. Бюл. № 18.
6. Sysoev S.N., Bakutov A.V., Dang H.L., Andreev A.V. One-membrane drive with autonomous strut rod camera. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering International Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019». Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Bristol, United Kingdom, 2019. С. 32047.
7. Воздуган А.А., Тестов Д.М., Фуртиков С.А. Мембранные приводы с управлением эффективной площадью мембран. [Электронный ресурс]. URL: <http://imiat.vlsu.ru/fileadmin/templates/2016/2017/Umnik/Testov.pdf>.

СТАТЬЯ

УДК 37.013.77

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
АКТИВИЗАЦИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ**

Абдурахманов С.Р., Ибрагимова А.Р.

*¹Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»,
Симферополь, e-mail: sultan.abd96@yandex.ru, alie.ibrag@gmail.com*

В данной статье проанализированы психолого-педагогические аспекты активизации мыслительной деятельности учащихся, изложена ее краткая характеристика в обеспечении прочности знаний; рассмотрен потенциал развития мышления в проблемном обучении. Обоснованы основные признаки и виды мышления, которые позволяют узнавать мышление посредством познавательной деятельности. Рассмотрена проблема активизации познавательной деятельности младших школьников на уроках. Одной из задач школьного обучения в младших классах является создание таких условий, как умственное развитие детей в полной мере, в приоритете которого будет формирование познавательных интересов, умений и навыков мыслительной деятельности учащихся. В процессе развития познавательного комплекса у обучающихся в проблемном обучении и активизации мыслительной деятельности создаются проблемные ситуации и организуется поиск их решения. Использование методов и приемов активизации мыслительной деятельности является немаловажной стороной в развитии личности младшего школьника, а именно ее познавательной сферы. Каждая из систем обучения способствует развитию различных видов мыслительной деятельности у младших школьников в соответствии с их возрастными особенностями. С психолого-педагогической точки зрения мыслительная деятельность представляет собой единство функциональных, операционных, личностно-мотивационных компонентов, которые обеспечивают выполнение и регуляцию учебной деятельности. Активизация мыслительной деятельности младших школьников зависит от специфики образовательных систем, особенностей их реализации, индивидуального и дифференцированного подхода в обучении.

Ключевые слова: процесс, мышление, знаний, умения, приёмы активизации, познавательная деятельность

**PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT
OF THINKING SKILLS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS**

Abdurakhmanov S.R., Ibragimova A.R.

*¹State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Republic of Crimea
«Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov»,
Simferopol, e-mail: sultan.abd96@yandex.ru, alie.ibrag@gmail.com*

This article analyzes the psychological and pedagogical aspects of the activation of students' mental activity, describes its brief characteristics in ensuring the strength of knowledge; considers the possibilities of developing thinking in problem-based learning. The essential features and types of thinking that allow us to understand thinking through cognitive activity are highlighted. The problem of activating the cognitive activity of younger schoolchildren in the classroom is considered. One of the tasks of the educational process in primary classes is to create conditions that ensure the full-fledged mental development of children, associated with the formation of stable cognitive interests, skills and abilities of mental activity, creative initiative. To ensure the development of cognitive activity of students in problem-based learning and the activation of mental activity, problem situations are created, and the search for their solutions is organized. The use of methods and techniques for activating mental activity is an important aspect in the development of the personality of a younger student, namely, its cognitive sphere. Each of the learning systems promotes the development of different types of mental activity in younger students in accordance with their age characteristics. From the psychological and pedagogical point of view, mental activity is a unity of functional, operational, personal and motivational components that ensure the implementation and regulation of educational activities. The activation of mental activity of primary school children depends on the specifics of educational systems, the peculiarities of their implementation, individual and differentiated approach to learning.

Keywords: educational process, mental activity, assimilation of knowledge, methods of activation, cognitive sphere

Выбор данной темы связан с тем, что в современном обществе необходимы личности, способные самостоятельно решать вопросы,

творчески подходить к своей работе, принимать активное участие в общественной жизни, деятельности всех социальных групп.

В младшем школьном возрасте происходит формирование личности ребенка. В начальной школе закладываются «образовательный фундамент», основы знаний и умений, которые он в будущем будет развивать и использовать в своей деятельности.

Формирование личности включает в себя развитие мыслительной деятельности. Использование множества приемов активизации мыслительной деятельности в образовательном процессе способствует возникновению заинтересованности детей к учебной деятельности и повышению эффективности обучения, что в дальнейшем оказывает значительное влияние на развитие личности.

До поступления ребенка в школу основным видом деятельности является игра, а с началом обучения ей на смену приходит учебная деятельность. Однако игровая деятельность не утрачивает своей актуальности и применяется в обучении школьников начальной школы. На начальную школу возлагается основная нагрузка по формированию учебной деятельности, значимой функцией которой становится мышление. Согласно позиции Л.С. Выготского, психическое развитие ребенка в этом возрасте зависит от способностей мышления, которое считается определяющим в системе других психических процессов.

В психолого-педагогической литературе выделяют два основных вида мыслительной деятельности – репродуктивную и продуктивную. При этом репродуктивной считается деятельность по заданному образцу, а при продуктивной мыслительной деятельности младший школьник самостоятельно может применить уже известные ему умения и знания, но уже в иной для него ситуации, по результатам чего он создает для себя новую базу знаний. Проблемная ситуация способствует активизации мыслительной деятельности, однако пик активности будет сформирован при условии, что учащийся самостоятельно ставит цель, обосновывает гипотезу по ее разрешению и находит выход из нее.

Познавательная структура мышления зависит от способности переработать уже имеющуюся и вновь приобретенную информацию, которая появляется в процессе разрешения вопроса или получения других знаний. В этом случае мышление определяется как основа взаимодействующих действий и операций, выполняемых младшими школьниками в мыслительной деятельности. Поэтому одним из главных аспектов педагогики по вопросам развития мышления является формирование у учащихся навыков и умений работы с новыми знаниями

и их переработкой, в результате чего развиваются общие учебные знания и умения, а также способность разрешения различных вопросов, возникающих перед ними. Активизация мыслительной деятельности учащихся в большинстве случаев зависит от применяемых методов и приемов образовательного процесса.

Начало формирования потребностей и способностей детей закладывается в младшем школьном возрасте, особенно склонностей и творческих интересов, и является основополагающим для становления ребенка как будущей личности.

Активизация творческой, учебной и познавательной деятельности учащихся чаще зависит от методов обучения. И с этой целью педагоги начальной школы используют такие методы, как беседа, рассказ, объяснение, показ приемов работы, дидактические и инструкционные карты [1].

Все операции мышления тесно взаимосвязаны между собой, и результата полноценного формирования личности возможно достичь только в комплексном их применении. В связи с этим использование в учебном процессе приемов анализа, синтеза, сравнения, обобщения и классификации необходимо уже в первом классе, и, чем раньше начнется их применение, тем быстрее начнет развиваться мыслительная деятельность детей [2].

Таким образом, в мыслительной деятельности младшим школьникам необходимо обладать целым рядом психологических особенностей; постоянное решение младшими школьниками задач, связанных с образовательным процессом, способствует развитию у них основ творческого мышления – мыслительного анализа, рефлексии и планирования.

Цель исследования – теоретическое изучение методов активизации мыслительной деятельности учащихся младших классов.

Материал и методы исследования

В целях реализации поставленных задач были использованы эмпирические и теоретические методы, тождественные объекту и предмету исследования.

Предметом изучения стали компоненты психологической структуры мыслительной деятельности, а также их взаимосвязь и динамика. В процессе исследования были расширены теоретические представления об особенностях и условиях формирования универсальных логических действий учащихся младшего школьного возраста, проведено обоснование использования логических игр и задач, определены диагностический инструментарий и критерии.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что для активизации мыслительной деятельности учащихся важны различные методы и приемы, используемые учителем на уроках для достижения целей обучения. При планировании урока с целью развития творческих способностей, самостоятельности и инициативности учащихся исходя из заданий, содержания и поставленных целей педагогу необходимо выбрать методы поиска разрешения проблемной ситуации. В качестве примера можно выбрать эвристическую беседу, различные упражнения, исследования.

Исследование было проведено на базе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Петровская школа № 1» Красногвардейского района Республики Крым с применением методики «Исключение лишнего».

Целью исследования стало выявление уровня активизации мыслительной деятельности, для чего были изучены способности младших школьников к обобщению и абстрагированию и их умение выделять существенные признаки в проблемной ситуации. В исследовании были задействованы 20 учащихся начальных классов общеобразовательного учреждения. При этом у 6 испытуемых были выявлены высокие баллы относительно развития способности к обобщению и абстрагированию, умению выделять существенные признаки, что свидетельствует о высокой способности данной категории детей охватить весь вопрос целиком, не упуская при этом главную мысль. Такие младшие школьники способны осознавать сущность сложных вопросов. Достаточный уровень мыслительной деятельности выявлен у 9 учащихся. Дети этой группы концентрируют внимание на мелочах и не всегда способны выделить в тексте главное. Средний уровень выявлен у 4 испытуемых. У данной категории детей обнаружены индивидуальные особенности и качество мышления, им требовалось сопровождение педагога. У 1 обучающегося возникли трудности с выполнением заданий, что свидетельствует о низком уровне мыслительной деятельности.

Таким образом, нами были получены результаты методики на оценку гибкости, скорости и уровня развития мыслительных действий учащихся начальной школы.

В ходе исследования нами были проанализированы и синтезированы методы практической деятельности, которые способствуют развитию мыслительного процесса и применяются в практике:

1) словесные методы, которые используются для передачи большого объема ин-

формации за короткий промежуток времени и ставят проблему и способы ее разрешения. Словарный запас педагога способен вызвать в сознании детей яркие образы прошлого, настоящего и будущего. С помощью слов активизируются воображение, память и эмоции детей [3];

2) визуальные методы – способствуют усвоению учебного материала с использованием визуальных и технических средств. Применение метода наглядности подразумевает их сочетание в той или иной степени с вербальными методами, в том числе с применением мультимедийных устройств;

3) практические методы – формируют навыки и умения школьников в процессе обучения и основаны на практической деятельности. Примером могут стать лабораторные работы, практические занятия и упражнения, способствующие развитию практических навыков;

4) метод самоконтроля – оказывает влияние на всестороннее развитие у учащихся навыков самоконтроля за степенью усвоения знаний;

5) репродуктивные методы – располагают к активному восприятию и запоминанию информации, полученной от педагога или из другого информационного источника. Данные методы не могут быть использованы без словесных, наглядных и практических приемов обучения, которые составляют их материальную основу.

Для активизации мыслительной деятельности на уроках и внеурочной деятельности применяются разнообразные приемы:

– прием новизны используют путем включения в содержание учебного материала, используемого в процессе обучения, интересной информации, фактов, исторических данных;

– прием динамики заключается в установке учащихся на изучение процессов и явлений в динамике и развитии;

– восприятие смысла ставит задачу сформировать у школьников отношение к необходимости изучения материала относительно его биологической, экономической и эстетической ценности [4].

Уровень развития познавательных и мыслительных навыков у обучающихся учитывается при подборе методов и приемов активизации мыслительной деятельности. Для младших школьников с высокой степенью когнитивного развития необходимы более сложные познавательные задачи. С целью формирования положительной роли образовательного процесса необходимо подбирать задачи с уровнем сложности, не превышающим уровень развития детей. В связи с этим требования должны быть вы-

полными и способствовать формированию положительной мотивации к обучению, уверенности у младших школьников в своих способностях и навыках [5].

При использовании метода визуализации у детей улучшаются восприятие и запоминание учебного материала, их мыслительная деятельность активизируется. У них развиваются способность глубже проникнуть в суть изучаемых явлений, возможность показать их связь с творческими процессами принятия решений и подтвердить регулируемую роль визуальных образовательных элементов. В процессе обучения визуализация должна выполнять не только иллюстративную, но и познавательную функцию, что будет способствовать эффективности использования данного метода в исследуемой области.

Проблемные элементы содержатся в любой форме визуальной информации. Перед педагогом стоит задача использовать все возможные формы визуализации, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами выступают в качестве носителей информации. Средства визуальной демонстрации способствуют увеличению объема передаваемой информации и реализации двухканальной связи [6].

Степень мыслительной деятельности учащихся зависит от степени проблематичности визуальной информации. Постоянная интенсификация учебного процесса способствует использованию наглядных средств при подаче информации и включает в себе большой потенциал при решении проблем, связанных с управлением временем в классе.

Используя метод визуализации, педагог способствует повышению у учащихся начальной школы интереса к изучаемому материалу, чем достигается высокая степень наглядности и динамизма, что помогает учащимся решить поставленную перед ними задачу. С помощью метода визуализации обеспечиваются более быстрый анализ и запоминание новой информации, формулирование осмысленных выводов, так как внимание уделяется не только тексту, изображениям, числам, графике, но и сбалансированному визуальному ряду.

Для познания себя, раскрытия заложенных в себе способностей и реализации своего потенциала необходима творческая познавательная активизация, которая способствует развитию и становлению личности ребенка [7]. Чтобы активизировать познавательную деятельность младших школьников, в процессе обучения применяются различные методы и приемы работы, способствующие развитию у учащихся

творческой деятельности, в ходе которой дети должны самостоятельно найти способ решения, применить полученные знания и умения в новых условиях, создать нечто новое.

Результаты исследования и их обсуждение

Активизация умственного мышления занимает ведущее положение среди других познавательных процессов. Системная работа в данном направлении содействует достижению высоких качественных результатов в обучении и развитию навыков и умений, которые необходимы в современном образовательном процессе. Поэтапное сочетание приемов активизации мыслительной деятельности позволит сформировать у учащихся осознанное отношение к выполняемой деятельности и даст им возможность ее творчески преобразовывать [8].

В рамках учебного процесса максимально активизируется мыслительная деятельность школьников при систематическом использовании логических (мыслительных) заданий, процесс выполнения которых связан с высоким мыслительным напряжением, самостоятельным поиском, доказательствами, рассуждениями. В процессе обобщения полученной информации происходит переход от единичных явлений, представленных в чувственном опыте, к обобщению этого опыта в понятиях. Поэтому в начальной школе больше внимания необходимо уделять работе учащихся по формированию понятий, являющихся основой научных знаний и способствующих развитию таких форм мышления, как суждение и умозаключение; нужно научить их определять существенные признаки предметов и осуществлять их логико-структурный анализ.

Использование педагогами элементов занимательности значительно повышает эффективность учебно-воспитательного процесса, развивает скорость и гибкость мыслительных операций. Потребность в познании, анализе и синтезе способствует включению активирующих систем мозга, а решение познавательной проблемы – прочному усвоению и закреплению учебного материала.

Таким образом, решение проблемных ситуаций в ходе урока способствует формированию у младших школьников таких процессов мыслительной деятельности, как определение целей и задач, планирование, нестандартный анализ, сравнение, контроль, которые необходимы в развитии творческого мышления. Именно поэтому с помощью логических задач и заданий происходит активизация мыслительной

деятельности обучающихся. Этот процесс регулируется педагогами и способствует решению различных проблем при регулярном применении приемов активизации познавательной деятельности. Результаты исследования позволяют сформулировать научно обоснованные рекомендации для педагогов и родителей по выбору форм и методов обучения, способствующих развитию ребенка в соответствии с его индивидуальными особенностями.

Выводы

Формирование личности включает в себя развитие мыслительной деятельности. Для развития мыслительной деятельности и формирования инициативности, самостоятельности, творческой способности младших школьников педагогам целесообразно использовать различные методы и приемы активизации мышления. При их выборе необходимо учитывать индивидуальные особенности развития обучающихся и уровень их мыслительных навыков. Задания, предложенные учащимся, должны быть познавательны и выполнимы, а также направлены на формирование у них уверенности в своих способностях и положительной мотивации в учебе.

Результаты исследования показали, что у большинства детей начальных классов, принявших участие в тестировании, мыслительная деятельность сформирована на высоком и достаточном уровне. Это говорит о способностях младших школьников

к обобщению и абстрагированию, их умениях концентрировать внимание и выделять главную мысль в проблемных ситуациях. Полученные данные позволяют подобрать для них те методы и приемы, которые необходимы в образовательном процессе.

Системное и комплексное использование средств, способов и приемов активизации мыслительной деятельности в образовательном процессе будет способствовать эффективности обучения и повышению познавательного интереса учащихся к учебной деятельности, что в дальнейшем положительно скажется на развитии личности.

Список литературы

1. Дорофеева А. Логика, мышление. Для занятий с детьми от 6 до 7 лет. М.: Мозаика-Синтез, 2014. 233 с.
2. Пидкасистый П.И., Вульф В.Б., Иванов В.Д. Психология и педагогика: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2015. 724 с.
3. Мельникова Е.Л. Проблемно-диалогическое обучение: понятие, технология, методика: монография. М.: Баласс, 2015. 272 с.
4. Тершина Л.В., Корбакова И.Н. Деятельностный метод обучения. Описание технологии, конспекты уроков. 1-4 классы. М.: Учитель, 2014. 120 с.
5. Рахимова Е.А. Социально-психологическая диагностика: учеб. пособие. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2012. 134 с.
6. Делия В.П. Инновационное мышление в XXI веке. М.: Де-По, 2011. 232 с.
7. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения // Педагогика. 2009. № 4. С. 18-22.
8. Болотина Л.Р. Развитие мышления учащихся // Начальная школа. 1994. №11. С. 10-14.

УДК 377.6

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

¹Беспалько А.А., ¹Камскова И.Д., ¹Горская Н.Н., ²Сочнева Н.В.

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: tuola@list.ru;

²Волго-Вятский филиал Московского института связи и информатики, Нижний Новгород

Статья посвящена обзору современных методов организации самостоятельной работы студентов. В тексте предлагаются практические примеры реализации в рамках практического обучения. Целью введения в учебный план самостоятельной работы является привитие обучающимся навыков самоорганизации, компетенций, необходимых при проведении научно-исследовательской работы, подготовке к будущей практической деятельности. В статье рассматриваются три варианта самостоятельного изучения теоретического материала и выполнения практических заданий: квиз, дорожная карта, проект. Квиз – это викторина. Эта форма обучения пришла из офлайн-игр, а современные технологии позволяют оформить ее в веб-интерфейсе. В рамках квиза студенты получают практические вопросы, для ответа на которые следует обращаться к дополнительным источникам, анализировать информацию и подключать полученный на занятиях опыт. Создание дорожной карты также выносится на самостоятельную работу и подразумевает проведение исследовательской подготовительной работы перед выполнением проекта. Итоговым испытанием студентов становится индивидуальный проект, тематику которого учащийся может сформулировать самостоятельно. В примерах в роли проектов выступают создание и продвижение сайта. В ходе проектирования участники групп проводят фокус-тестирование, выполняют аналитику, выстраивают стратегию и формулируют прогнозы. Такой подход к обучению обладает высокой мотивационной активностью и позволяет студентам создавать собственные портфолио, которые они в дальнейшем с успехом используют при трудоустройстве.

Ключевые слова: самостоятельная работа, квиз, проект, дорожная карта, мотивация к обучению

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF MODERN FORMS OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS

¹Bespalko A.A., ¹Kamskova I.D., ¹Gorskaya N.N., ²Sochneva N.V.

¹N.I. Lobachevskiy National Research Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod, e-mail: tuola@list.ru;

²Volga-Vyatka branch of the Moscow Institute of Communications and Informatics, Nizhny Novgorod

The article is devoted to the review of modern methods of organizing independent work of students. The text offers practical examples of implementation in the framework of practical training. The purpose of introducing independent work into the curriculum is to instill in students the skills of self-organization, competencies necessary for conducting research work, preparing for future practical activities. The article discusses three options for organizing self-training: a quiz, a road map, and a project. A quiz is a quiz game. This form of learning came from offline games, and modern technologies allow you to design it in the web interface. Within the framework of the quiz, students receive practical questions, to answer which they should turn to additional sources, analyze the information and connect the experience gained in the classroom. The creation of the roadmap is also submitted for independent work and involves conducting research preparatory work before the project is completed. The final test of students is an individual project, the subject of which the student can formulate independently. In the examples, the role of projects is the creation and promotion of a website. During the design process, team members conduct focus testing, perform analytics, build a strategy, and formulate forecasts. This approach to learning has a high motivational activity and allows students to create their own portfolios, which they will later successfully use when applying for employment.

Keywords: independent work, quiz, project, roadmap, motivation for learning

Самостоятельная работа (СР) является важной частью обучения. Это связано не только с долей увеличения самостоятельной работы при освоении учебных дисциплин, но прежде всего с современным пониманием образования как выстраивания жизненной стратегии личности, включения в «образование длиною в жизнь» [1].

В исследованиях И.А. Зимней самостоятельная работа определяется как «целенаправленная, внутренне мотивированная структурированная самим объектом в совокупности выполняемых действий

и корректируемая им по процессу и результату деятельность. Ее выполнение требует достаточно высокого уровня самосознания, рефлексивности, самодисциплины, личной ответственности, доставляет обучаемому удовлетворение как процесс самосовершенствования и самопознания» [2].

П.И. Пидкастый отмечает, что основным признаком самостоятельной работы является наличие в каждом виде самостоятельного учебного труда студентов конкретной познавательной задачи, предусматривающей последовательное увеличение

количества знаний и качественное усложнение, овладение рациональными методиками и приемами умственного труда, умение систематически работать, соблюдать режим занятий, открывать для себя новые способы учебной деятельности [3].

Актуальность темы вызвана еще одним обстоятельством – вынужденной самоизоляцией студентов и школьников и переходом на дистанционное обучение в связи с чрезвычайной ситуацией, связанной с пандемией COVID-19. Это нашло отражение в Федеральном законе от 8 июня 2020 г. № 164-ФЗ «О внесении изменений в статьи 71.1 и 108 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации». Однако следует отметить, что виды самостоятельной работы имеют отличия в зависимости от направления обучения студентов. Особенно это касается выполнения практических самостоятельных заданий. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией самостоятельной работы студентов, обучающихся по IT-направлениям.

Важность самостоятельной работы, ее необходимость применения в учебном процессе отражена во многих современных публикациях. Доктор педагогических наук, профессор Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования О.Б. Даутова в своих последних работах предлагает «конструировать образовательный процесс с использованием современных педагогических технологий... в условиях цифровизации образования» [4]. Несмотря на то, что данные рекомендации относятся к старшим классам средней школы, большинство из них можно использовать в высшем образовании. Однако для применения предложенных технологий при организации самостоятельной работы студентов IT-направлений, следует их адаптировать к условиям использования в высшей школе.

Авторы А.Т. Каюмов, Н.З. Сафиуллина, Н.Р. Исхакова также предлагают «наиболее эффективные методы и формы работы по организации и технологии выполнения самостоятельных работ для студентов» [5], часть из которых может быть применена в организации самостоятельной работы студентов IT-направлений.

Авторы данной статьи в своих работах неоднократно предлагали новые формы организации самостоятельной работы студентов. В своих публикациях кандидат педагогических наук, доцент Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского А.А. Беспалько и старший преподаватель Волго-Вятского филиала Московского института связи и информатики

Н.В. Сочнева предлагают использовать в самостоятельной работе различные методы выполнения практических заданий и изучения теоретического материала [6]. Кандидат экономических наук, доцент Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского И.Д. Камскова предлагает использовать возможности социальных сетей в организации самостоятельной работы студентов [7]. Кандидат технических наук, доцент Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Н.Н. Горская использует различные инструменты электронной информационно-образовательной среды вуза для мотивации студентов к самостоятельной работе по учебным дисциплинам [8].

Однако по причине самоизоляции, связанной с пандемией COVID-19 и дистанционной формой обучения студентов, необходимо разрабатывать и предлагать обучающимся наиболее эффективные и интересные формы усвоения материала. В рамках данной статьи авторы предлагают три варианта организации самостоятельной работы для усвоения теоретического материала и выполнения практических заданий: квиз, дорожная карта и проект.

Самостоятельная работа студентов включает многообразные виды индивидуальной и коллективной учебной, научной, творческой и производственно-практической деятельности, которые осуществляются при методическом руководстве, но без непосредственного или частичного участия преподавателя в специально отведенное для этого аудиторное или внеаудиторное время [3]. СР – это целый комплекс различных мероприятий, целью которых является получение таких важных компетенций, как способность к самообучению, поиску и анализу, проведению научно-исследовательской и практической работы. По сути именно самостоятельная работа является большим этапом в подготовке бакалавров и специалистов.

Переход на новый уровень в образовании диктуется современными требованиями в профессиональной деятельности. Больше нет фиксированных знаний «раз и на всю жизнь», технологии каждый день вносят коррективы в любую сферу человеческого труда. Необходимость постоянно учиться, перерабатывать гигантские объемы данных, анализировать и быстро генерировать результат заставляют нас переориентировать обучение на парадигму учения, которая «связана с самостоятельным осознанным освоением научного знания каждым студентом, с конструированием и выражением знания» [1]. В ее основе лежит

конструирование: ситуаций, знаний, алгоритмов решения проблем.

Работая с источниками литературы, студенты учатся компилировать материал, проводить анализ данных, выбирать наиболее важную и значимую информацию. Такой вид работ предусмотрен в учебном плане для каждой дисциплины и является обязательной формой получения знаний.

Итак, конечной целью самостоятельной работы является получение навыка непрерывного самообразования. Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач [5]:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине;
- углубление и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне междисциплинарных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков студентов;
- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;
- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности) на основе приобретенных знаний, способностей и навыков.

Отметим проблему формирования знаний на уровне междисциплинарных связей. Учебная программа всегда подразумевает связь между блоками предметов, это диктуется требованиями современного рынка труда. Благодаря самостоятельной работе преподаватель легко может грамотно подобрать задания, в которые будут интегрированы компетенции разных учебных дисциплин.

Актуальной проблемой является выбор формы самостоятельной работы студентов. Чаще всего в учащиеся получают практические задания, контрольные работы, тесты и рефераты/эссе. Однако современные форматы обучения гораздо шире и технологии дают возможности представить самостоятельную работу в виде увлекательных исследований или квестов. Исходя из требований Федерального государственного образовательного стандарта к видам про-

фессиональной деятельности магистров [9], мы выбрали и внедрили методы на практике и сравнили результаты работы, а также уровень вовлеченности студентов.

Цель исследования – предложить современные формы самостоятельной работы студентов, способствующие росту уровня вовлеченности и реализующие межпредметные связи.

Материалы и методы исследования

В ходе проведения исследования в качестве методов авторы использовали анализ научной литературы по теме, обобщение педагогического опыта, наблюдение и обобщение результатов.

Материалом исследования является практический опыт использования предложенных форм самостоятельной работы в рамках преподавания у магистров.

Результаты исследования и их обсуждение

Квиз как форма организации самостоятельной работы

Одним из достаточно новых явлений является квиз. Квизы появились как игра в офлайн-жизни и постепенно были реализованы для онлайн-игроков. По содержанию квиз является наследником игры «Что? Где? Когда?». Он представляет собой викторину, в которой нужно отвечать на вопросы. В онлайн-формате игрокам могут быть предложены варианты ответов.

С помощью квиза легко смоделировать практическую ситуацию и побудить студента искать дополнительные источники информации. В качестве двух примеров рассмотрим квизы по предмету «Веб-дизайн и продвижение сайтов». Одним из важных требований seo является создание валидной структуры веб-страницы. Валидность обозначает соответствие стандартам разработки W3C. Студентам предлагается на выбор три фрагмента кода, в которых только один является правильным. Типовая структура у всех трех вариантов соблюдена, но ошибки кроются в мелочах – не прописан атрибут alt, предложено два заголовка H1, что недопустимо при продвижении, также запутаны закрывающие теги. Чтобы пройти этот квиз, студенту необходимо загрузить код на валидатор W3C и увидеть ошибки своими глазами. Валидатор обычно показывает ошибки (error) и предупреждения (warning). Задачей обучающихся будет являться не просто отбор или копирование всех недочетов, но их тщательный анализ. Некоторые предупреждения разработчики считают несущественными и пропускают их. Этот момент является немаловажным

умением оптимизации кода. Ведь исправление всех предупреждений валидатора не всегда целесообразно, а иногда просто невозможно из-за условий технического задания и выборов средств реализации. Студенты должны понимать, какие замечания автоматического валидатора будут критичны для продвижения, а какие – нет. Им потребуется составить сводную таблицу, в которой будут указаны все полученные сообщения и проранжировать свои действия по исправлению по степени важности для продвижения сайта.

Второй вопрос квиза предполагает аналогию проектной работы. Учащимся предлагается практическая ситуация из предметной области, цель игры – выбрать максимально верный вариант решения проблемы. Рассмотрим на примере.

Проблема владельца сайта – низкие показы страницы по выбранному ключу. Мозговой штурм SEO-специалиста и владельца бизнеса не дал никаких результатов. Контент страницы полностью релевантен выбранному ключу, а сам ключ максимально точно описывает предлагаемые услуги. В качестве вариантов предлагаются набор действий, которые должен предпринять SEO-специалист: проверить техническое состояние страницы, переспам по ключу, ключи атрибутов alt, зону тега A, сжатие картинок, количество LSI фраз. Среди правильных вариантов предлагаются также действия, выходящие за рамки SEO-продвижения, которые не дадут никакого эффекта или могут навредить продвижению, противореча правилам поисковых систем. Например, запуск платной рекламы, массовая закупка ссылок, замена ключа, увеличение вхождения ключевых фраз.

С помощью веб-интерфейса можно реализовать эту игру многоступенчато, предусмотрев разные ситуации в зависимости от выбора тех или иных пунктов. При создании квиза преподаватель может воспользоваться возможностями электронных систем обучения, например Moodle.

Грамотно разработанный квиз представляет собой перспективную возможность для реализации самостоятельной работы. Можно представить вопросы и ссылки на источники, где студенты будут искать информацию. Например, справка поисковых систем, обучающие веб-ресурсы, научные статьи. Это первый шаг к проектной деятельности, которая идеально подходит для финального испытания по многим предметам.

Создание дорожной карты в рамках предпроектной подготовки

Второй рассматриваемой нами формой самостоятельной работы является созда-

ние дорожной карты по решению некоторых задач. Например, в процессе обучения интернет-программированию и продвижению сайтов студенты уже на первых занятиях получают начальную информацию о полном алгоритме будущей работы. Прежде чем приступить к реализации собственного сайта в рамках индивидуального проекта, можно предложить создать подробную дорожную карту, которая поможет не упустить из внимания ни одного аспекта.

Она обязательно должна включать этапы прототипирования, верстки под выбранный дизайн, создания интерактивных элементов и серверной части. На этапе верстки следует предусмотреть будущее продвижение, то есть оптимизацию кода под валидатор. Перед созданием бэкэнда студенты должны будут детально продумать реализуемый функционал и выбрать технологии. Без такой подготовительной работы реализация проекта вряд ли будет успешной, дорожная карта позволит оптимизировать и сроки. Оформить итог подготовительной работы можно в виде графической модели в нотации ARIS в любом онлайн-редакторе. Мы рекомендуем своим учащимся использовать бесплатный сервис Miro, который обладает большим набором шаблонов и компонентов.

Вообще графическое представление результатов исследований может быть задействовано в рамках множества типа заданий, включая и обучение программированию. Для комплексного обучения важно проходить все этапы – от генерации идеи до оформления документации. В виде графики представляются алгоритмы, бизнес-процессы. Исследования можно презентовать в виде инфографики или схемы.

Совместная работа студентов и обмен мнениями

Немаловажным аспектом самостоятельной работы является взаимный обмен знаниями и мнениями между студентами. Мы применяем методы обсуждения, мозгового штурма. Так как самостоятельная работа чаще предполагает внеаудиторную деятельность, то мы активно задействуем облачные технологии, например Гугл Диск. В качестве иллюстрации можно привести первый модуль предмета «Веб-дизайн и продвижение сайтов», где в аудитории студенты регистрируются на хостинге и создают сайт, а на самостоятельном изучении выносятся юзабилити-тестирование. Каждый студент группы должен оценить сайты однокурсников и написать рецензии в таблице, форма которой определена заранее преподавателем.

Фрагмент сводной таблицы замечаний фокус-группы

Контент	Функционал	Навигация	Дизайн
На сайте можно найти всю интересующую информацию. Возможно стоит добавить страницу «О нас» с историей магазина	Полностью рабочий функционал, все исправно работает	Навигация понятна и проста	Визуально очень красивый дизайн, эстетически приятное цветовое сочетание
Контент непонятен и неинформативен на главной странице	Все работает, корзина, меню, кнопки	Удобная навигация, но хотелось бы чтобы шапка двигалась вместе с прокруткой, чтобы для навигации по меню не приходилось прокручивать вверх после просмотра контента	Главная страница непонятна. В целом дизайн приятен, но маленький размер шрифта затрудняет чтение
Текст читабелен, смысл присутствует	Кнопки и ссылки доступны, работают исправно	Навигация по сайту присутствует, переход в корзину тоже, сайт требует минимальных доработок	Максимально наполнен информацией и сопровождающими картинками

Тестирование методом фокус-групп часто обходится стороной из-за сложности реализации, хотя в профессиональной сфере веб-разработки является одним из основных подходов. В таблице приведен пример полученных результатов совместной оценки сайтов.

Дальнейшая деятельность предполагает компиляцию замечаний по своему проекту в единую таблицу и проведение анализа. Итогом является внесение изменений на сайт с указанием их в отчете.

Таким образом студенты обмениваются идеями, учатся совмещать полученные теоретические знания о подходах в дизайне и юзабилити с реальными сайтами. Проводя анализ полученных результатов, многие делают для себя открытие, получая замечания по тем аспектам, на которые ранее даже не обращали внимания.

Второй способ определить наиболее важные компоненты сайта – составление и проведение опроса. Здесь учащимся понадобятся навыки маркетологов, полученные при изучении соответствующего предмета. С помощью сервиса Гугл «Формы» процесс анкетирования легко автоматизируется. Среди вопросов можно выделить такие, как «Опишите наиболее удобный для вас способ заказа», «Какие системы оплаты вы предпочитаете?», «Что оттолкнет вас от покупки на сайте?» и пр. Анализ ответов помогает понять, что предпочитает целевая аудитория. Конечно, в данном случае большинство студентов тестируют друг друга, однако даже такой подход помогает понять методы аналитики целевой аудитории.

Индивидуальное проектирование

Следующей формой самостоятельного обучения и, с нашей точки зрения, самой эффективной является метод проектов.

Проект – ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией [10].

Метод проектов используется авторами в своей работе десять лет [6]. Каждый студент получает индивидуальную задачу еще в начале семестра. Фактически процесс текущего обучения является подготовкой к выполнению собственного проекта. В ходе такой работы студент проходит весь путь профессионального становления в предметной области – от подготовительной работы до практической реализации и презентации результата. Проект представляет собой сугубо практическую задачу: разработку сайта, создание маркетинговой стратегии или план продвижения сайта. При выполнении задания могут быть задействованы различные компетенции – проектная деятельность, моделирование, командная работа, мозговой штурм. Преподаватель на протяжении всего обучения выступает в роли тьютора и наставника, предлагая варианты решения проблемных ситуаций, дополнительные источники знаний.

Использование индивидуальных проектов, когда студент сам выбирает тематику сайта, его дизайн, способствует и высокой мотивации на обучение. Мотивация – это стремление учащихся к знаниям, личностному самосовершенствованию и саморазвитию, присвоению нового опыта и укреплению полученных навыков [5]. Свой проект многими воспринимается как первый шаг к профессиональной деятельности, и мы имеем несколько примеров, когда учебный проект стал первым в портфолио, студенты в дальнейшем получали

работу по выбранному профилю. Здесь важен индивидуальный подход – преподаватель выявляет персональные интересы каждого учащегося и помогает приложить их к учебной деятельности. В таком случае появляется личная заинтересованность обучаемых, они выходят из состояния апатии и скуки от монотонности классического образования.

При наличии достаточного количества часов можно расширить набор получаемых практических компетенций за счет введения заданий на А/В тестирование, детальную кластеризацию запросов и пр.

Заключение

Применение новых форматов организации самостоятельной работы повысило вовлеченность каждого студента. По нашим наблюдениям общая активность была высокой, студенты постоянно обсуждали разные подходы к решению поставленных задач, делились результатами. Всего в исследовании участвовали две группы, в общей сложности 30 человек студентов. 16 человек показали высокий уровень итоговых знаний, это 53,33%. 13,33% (4 человека) показали хороший уровень освоения материала. 6 студентов показали удовлетворительный уровень (всего 20% от числа обучающихся) и 4 студента не справились с заданием самостоятельно, что составляет 13,79%. При этом 26 человек выполнили работу в срок.

При таком организационном подходе легко реализуются межпредметные связи, когда студент задействует навыки, полученные ранее или получаемые в текущий момент. В нашей практике площадкой для проведения исследования стали предметы «Современные технологии разработки программного обеспечения» и «Веб-дизайн и продвижение сайтов». В дальнейшем мы планируем разработать пакет заданий с использованием вышеперечисленных форм самостоятельной работы в рамках дисциплин «Интернет-программирование», «Разработка web-приложений», «Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий», а также предметов, связанных с маркетингом.

Наш опыт использования нестандартных форм самостоятельного обучения показал практическую значимость полученных компетенций у студентов, часть которых в качестве профессиональной деятельности выбирает сферу разработки или продвижения сайтов. Это объясняется учетом требований работодателей в подготовке учебно-методического обеспечения самостоятельной работы [11].

Современные формы применимы при практической направленности самостоятельной работы и дали большой эффект в получении навыков, которые требуются будущим специалистам. Таким образом, выпускаясь из стен учебного заведения, студенты уже готовы к трудовой деятельности и прекрасно понимают ее специфику. Непрерывно решая задачи и ведя собственные проекты, они учатся добывать и интегрировать знания из самых разных предметных областей. Роль преподавателя в этом процессе не только управлять обучением, но и формировать современные и актуальные задания, выполнение которых соответствует трендам рынка труда.

Список литературы

1. Даутова О.Б. Организация самостоятельной работы студентов высшей школы: учебно-методическое пособие для преподавателей высшей школы / Под ред. А.П. Тряпичиной. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2011. 111 с.
2. Зимняя И.А. Педагогическая психология. Ростов н/Д.: Феникс, 1997. 480 с.
3. Пидкасистый П.И. Сущность самостоятельной работы студентов и психолого-дидактические основы ее классификации // Проблемы активизации самостоятельной работы студентов. Пермь, 2000.
4. Даутова О.Б., Крылова О.Н. Педагогические технологии для старшей школы в условиях цифровизации современного образования: учебно-методическое пособие для учителей. СПб.: КАРО, 2020. 176 с.
5. Каюмов А.Т., Сафиуллина Н.З., Исхакова Н.Р. Самостоятельная работа студентов как составная часть образовательного процесса: учебное пособие. Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. 189 с.
6. Беспалько А.А., Сочнева Н.В. Метод проектов в обучении веб-дизайну // Информатика и образование. 2013. № 1. С. 66–67.
7. Камскова И.Д. Использование возможностей социальных сетей при организации самостоятельной работы студентов // Инновационные методы обучения в высшей школе. Сборник статей по итогам методической конференции ННГУ. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2016. С. 113–115.
8. Горская Н.Н. Роль электронного обучения в формировании электронной информационной образовательной среды современного университета // Ученые записки ИСГЗ. 2019. Т. 17. № 1. С. 178–182.
9. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень высшего образования магистр) по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/090403_priklinf.pdf (дата обращения 01.05.2021).
10. Меренков А.В., Куньшиков С.В., Гречухина Т.И. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки: учебно-методическое пособие [научные редакторы Т.И. Гречухина, А.В. Меренков]. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. 80 с.
11. Каракозов С.Д., Петров Д.А., Худжина М.В. Проектирование образовательных программ подготовки IT-специалистов на основе требований работодателей // Информатика и образование. 2017. № 9. С. 41–45.

УДК 378:331

ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В КАДРОВОЙ ПОЛИТИКЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Быстров В.А., Борисова Т.Н., Дубовик Ю.В., Бобко Т.В., Сидорова Л.Е.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,

e-mail: bistrov39@yandex.ru

Персонал в кадровой политике организации играет доминирующую роль при решении возникающих проблем модернизации производства, так как в условиях усиления нечестной конкуренции со стороны западных стран и реализации политики импортозамещения, для устранения негативного влияния объявленных санкций, значительную роль играет человеческий фактор как носитель интеллектуального человеческого капитала, а следовательно, служит важным ресурсом создания импортозамещающего производства, поскольку является интеграцией элемента использования технических, экономических и организационных факторов в деятельности организации. Знания, навыки, профессионализм и предпринимательский опыт персонала являются основополагающим показателем компетентности работников организации, поэтому формирование требований к ним будет определять как возможности импортозамещения, так и возможности получения прибыли для организации в длительной перспективе. Для выбора приемлемой для организации кадровой политики необходимо проанализировать состояние персонала организации по следующим показателям: кадровая структура (возраст и образование); численность по выслуге лет и анализу движения (текучесть кадров); анализ показателей зависимости производительности труда и заработной платы. Для определения приверженности персонала и лояльности к работе организации провели профессиональное и психологическое тестирование, с целью мониторинга состояния людских ресурсов организации. Современные методы тестирования позволяют определить степень удовлетворённости персонала условиями труда и его оплаты, выявить факторы, снижающие мотивацию, а следовательно, производительность и эффективность труда. Проведённый анализ выявил низкий показатель мотивации персонала своей работой, поэтому было предложено руководству повысить заинтересованность работников путём вовлечения их в результаты работы всего предприятия. Материально заинтересованный работник будет стремиться повышать производительность труда и качество продукции, следовательно, работать более эффективно, что в конечном итоге скажется как на росте его собственного дохода, так и на повышении прибыли организации.

Ключевые слова: инвестиции в обучение, человеческий капитал, компетентность персонала, потенциал работников

FEATURES OF INVESTMENT IN HUMAN CAPITAL IN THE ORGANIZATION'S PERSONNEL POLICY

Bystrov V.A., Borisova T.N., Dubovik Yu.V., Bobko T.V., Sidorova L.E.

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, e-mail: bistrov39@yandex.ru

Staff in the personnel policy of the organization plays a dominant role in solving the emerging problems of modernization of production, as in the face of increasing unfair competition from Western countries and implementation of import substitution policy, to eliminate the negative impact of the announced sanctions, a significant role is played by the human factor, as a carrier of intellectual human capital, and therefore serves as an important resource for the creation of import substitution production, as it is also a substitute for production. Integration of the element of the use of technical, economic and organizational factors in the organization's activities. The knowledge, skills, professionalism and entrepreneurial experience of the staff are a fundamental indicator of the competence of the employees of the organization, so the formation of requirements for them will determine both the possibilities of import substitution, and the possibility of profit for the organization in the long term. In order to choose a staff policy acceptable to the organization, it is necessary to analyze the state of the organization's staff by the following indicators: staff structure (age and education); Number of seniority and movement analysis (staff turnover); analysis of productivity and wage dependence. To determine the commitment of staff and loyalty to the work of the organization conducted professional and psychological testing, in order to monitor the state of the human resources of the organization. Modern testing methods allow to determine the degree of satisfaction of staff with working conditions and their pay, to identify factors that reduce motivation, and therefore productivity and efficiency. The analysis revealed a low indicator of staff motivation by their work, so it was suggested that management increase the interest of employees by involving them in the performance of the whole enterprise. A materially interested employee will seek to improve productivity and product quality, hence work more efficiently, which will ultimately affect both the growth of his own income and the increase in the profit of the organization.

Keywords: investments in training, human capital, staff competence, employee potential

Инвестиции в человеческий капитал (ЧК) как самостоятельная наука сформировалась сравнительно недавно. Например, зарубежные авторы впервые стали рассматривать сотрудников фирм как капитал, приносящий дополнительную прибыль,

для увеличения которой предлагалось дополнительно инвестировать в ЧК [1–3]. Отечественные авторы предложили инвестировать в главные составляющие человеческого потенциала, влияющие на стоимость и эффективность использования ЧК

[4–6], наряду с этим инвестиции в обучение персонала некоторыми авторами считаются наиболее приоритетными [7–10]. Персонал в кадровой политике организации играет преобладающую роль при решении возникающих проблем модернизации производства, так как в условиях усиления нечестной конкуренции со стороны западных стран и в связи с этим для реализации политики импортозамещения используется человеческий фактор, как носитель интеллектуального человеческого капитала, а следовательно, служит важным ресурсом повышения эффективности производства, поскольку это является интеграцией элемента использования технико-экономических и социально-психологических ресурсов в деятельности организации. Поэтому основной путь стратегического развития организации базируется на знаниях, компетентности, профессионализме, креативности и предпринимательском опыте сотрудников. Таким образом, инвестиции в ЧК направлены на сохранение здоровья, повышение знаний, профессионализма, прогрессивной мотивации, которые повышают производительность труда и влияют на рост доходов человека. Разработка эффективной системы управления ЧК становится ведущим вопросом каждой организации, поскольку человеческие ресурсы считаются основным элементом развития организации, повышая её имидж и позиции на рынке [11–13].

Прежде всего, анализируется влияние инвестиций в ЧК как носитель интеллектуального человеческого капитала, способствующий повышению эффективности производства за счёт развития технико-экономических и социально-психологических ресурсов в деятельности организации. Затем необходимо рассмотреть воздействие инвестиций в ЧК на характеристику персонала организации, систему мотивации и психологическую поддержку персонала в системе управления промышленного предприятия [11, 12]. Для определения приверженности персонала и его лояльности к работе организации необходимо провести профессиональное и психологическое тестирование, с целью мониторинга состояния людских ресурсов организации. Современные методы тестирования позволяют определить степень удовлетворённости персонала условиями труда и его оплаты, выявить факторы снижающие мотивацию, а следовательно, производительность и эффективность труда [13, 14].

Материалы и методы исследования

Основными показателями для исследования организационно-трудовой, фи-

нансово-экономической и технической деятельности организации за 2018–2020 гг. являются статистические данные, отражённые в отчётах организации. Влияние инвестиций в ЧК на производственную деятельность организации, особенно повышающих квалификацию персонала за счёт подготовки и переподготовки сотрудников, и увеличивающие производительность труда, анализировали с помощью динамики показателей за 2018–2020 гг. Для определения приверженности сотрудников к работе и лояльности задачам высшего руководства провели профессиональное и психологическое тестирование, с целью выявления мониторинга людских ресурсов организации. Современные методы тестирования позволяют определить степень удовлетворённости работника условиями своего труда и заработной платы, установить факторы, снижающие рабочую мотивацию и производительность труда [13, 14].

Результаты исследования и их обсуждение

Персонал, обладая интеллектуальным капиталом, служит важным ресурсом производственной деятельности, поскольку является интеграцией организационно-трудовой, финансово-экономической и технической деятельности организации. Поэтому для определения путей повышения эффективности работы необходимо проанализировать состояние персонала организации по следующим показателям: кадровая структура (возраст и образование); численность персонала по выслуге лет и анализу движения (текучесть кадров) персонала; анализ показателей зависимости производительности труда и заработной платы [6, 9, 13]. Соответственно с этим организация должна следовать определённым принципам управления инвестициями в ЧК.

Некоторые принципы развития инвестиций в ЧК. В настоящее время эффективность компетенции персонала, как одного из важнейших базовых факторов конкурентоспособности организации, базируется на **трех И. Первое И – информация**, получаемая сотрудниками организации в результате обучения в вузах, анализе и исследовании производственных и трудовых процессов, повышении квалификации и переподготовки. **Второе И – инновация:** приобретённые знания, умения и опыт, постепенно повышающие компетентность персонала, как основного источника политики управления развитием человеческих ресурсов посредством обучения и переподготовки персонала организации, дающие импульс для повышения производитель-

ности труда работников и эффективности всего производства. **Третье И – инвестиция**, как переход приобретённых знаний, умения и опыта интеграции организационно-трудовой, финансово-экономической и технической деятельности организации в сочетании с применением современных методов управления персоналом. Знания, навыки, профессионализм и предпринимательский опыт персонала являются основополагающим показателем компетентности работников организации, поэтому формирование требований к ним будут определять как возможности импортозамещения, так и возможности получения прибыли для организации в длительной перспективе. Для выбора приемлемой для организации кадровой политики необходимо проанализировать состояние персонала организации по следующим показателям: кадровая структура (возраст и образование); численность по выслуге лет и анализу текущей кадровой; анализ показателей зависимости производительности труда и заработной платы в заданных параметрах и показателях (рис. 1).

Совершенствование научно-технического потенциала, интенсивность развития НИОКР способствуют повышению качества человеческих ресурсов за счёт роста компетенции и профессионализма сотрудников и в совокупности эти процессы определяют конкурентный потенциал организации, поскольку создание благоприятных условий для повышения научной и инженерной квалификации кадров, правовой защиты интеллектуальной собственности обеспечивают эффективность производственного процесса. Рост НТП в обеспечении экономического развития организации обусловлен эффективностью инновационных процессов, разработанных в результате рационального обучения сотрудников компании. Переход к непрерывным образовательным процес-

сам, связанным с экономическим развитием компании, в условиях повышения человеческих ресурсов посредством обучения персонала, определяет её конкурентный потенциал. Таким образом, для повышения эффективности производственного процесса каждая организация выбирает свой путь развития [13, 14].

Основной путь совершенствования организации – использование научной организации труда, и на основе НОТ повышение оплаты труда с применением рациональных методов мотивации и управления персоналом. Развитие комплексного использования НОТ, реализация научных методов управления персоналом, на основе разработанных внутрифирменных стандартов, регламентирующих трудовые процессы, способствующие росту производительности труда, приводят к снижению себестоимости и, как следствие, росту прибыли. Этот путь повышения эффективности производства становится возможным при модернизации условий труда; оснащении рабочих мест прогрессивными техническими средствами на основе НИОКР; реорганизации методов подбора, обучения и расстановки кадров; внедрении элементов НОТ для оптимизации технологических процессов; использовании прогрессивных форм разделения и кооперации труда. При рациональном управлении производством и персоналом организация способна к постоянному обновлению своей технологической базы, росту технического уровня производства, что является ключевым фактором повышения эффективности производства и конкурентоспособности организации. При увеличении объёма производства, как правило, происходит снижение условно-постоянных расходов, что дополнительно приводит к увеличению прибыли и рентабельности производства (рис. 2).



Рис. 1. Источники формирования принципов развития инвестиций в ЧК



Рис. 2. Снижение издержек при увеличении объема производства

Другой путь снижения издержек

Некоторые предприниматели хотят получить сокращение трудовых издержек за счёт снижения оплаты труда путём привлечения неквалифицированных работников из числа гастарбайтеров или нашей дальней глубинки, опираясь на законы монетарного управления локальными рынками труда, пренебрегая при этом законом, что дешёвый труд всегда менее качественный. Как считают эти предприниматели, если принять на работу низкооплачиваемых работников, желающих её получить и обещающих «хорошо трудиться» за эти деньги, то они удовлетворительно с ней справятся, поскольку работа этим людям необходима. Дополнительный аргумент – работники многому могут научиться, «если, конечно, захотят», за счёт самообразования и самоподготовки.

Таким образом, в Организации, идущей по второму пути, возникают **проблемы в области управления человеческими ресурсами** [11]:

- отсутствие или недостаток квалифицированных специалистов;
- отсутствие желания профессионально развиваться;
- низкая заинтересованность в развитии как самих себя, так и фирмы;
- нет перспектив на ближайшее будущее, низкая дисциплина;
- высокая текучесть кадров; низкая компетентность сотрудников;
- проблема старых и новых сотрудников, неумение сохранить персонал;

Для исключения подобных проблем в области управления человеческими ресурсами предлагается совершенствовать управление инвестициями в ЧК организации на основе обучения, повышения квалификации и переподготовки персонала, что со-

гласуется с функциями управления персонала, приведёнными на рис. 2. Инвестиции в обучение персонала позволяют путём совершенствования условий труда; оснащения рабочих мест прогрессивными техническими средствами на основе НИОКР; реорганизации методов подбора, обучения и расстановки кадров; внедрении элементов НОТ для оптимизации технологических процессов; использовании прогрессивных форм разделения и кооперации труда добиться повышения эффективности производственной деятельности организации.

Чтобы добиться «передовой» позиции на своём рынке, организация обеспечивает себе установление выгодных ценовых показателей экономического взаимодействия, реализуя своё интеллектуальное превосходство, за счёт повышения компетенции своих сотрудников, на основе присвоения интеллектуальной ренты при производстве и реализации продукции.

Для повышения качества и снижения себестоимости продукции организация воздействует на факторы инвестиций в ЧК с целью выявления условий реализации человеческого потенциала. Для анализа кадровой политики выполнена оценка эффективности систем управления персоналом организации по следующим показателям [6, 9, 15].

1. Анализ динамики персонала организации по категориям (табл. 1)

В результате повышения объёма производства и производительности труда вследствие обучения и повышения квалификации за период 2018 по 2020 г. списочная численность работников организации изменилась для всех категорий персонала: рабочих – 10,2%; руководителей – 18,9%; специалистов – 14,2%; что свидетельствует о реструктуризации персонала за этот период.

Таблица 1

Динамика численности работников организации по категориям за 2018–2020 гг.

Показатели	Категория	Значение показателей: численность/% и средний возраст персонала					
		2018 год		2019 год		2020 год	
		численность	возраст	численность	возраст	численность	возраст
Списочная численность работников	руководители	1096/9,1%	43,7	1539/8,9%	43,6	1825/9,5%	43,4
	специалисты	1453/12,1%	42	2075/12,0%	41,8	2281/11,9%	42,1
	рабочие	9381/78,1%	40,4	13652/78,6%	40,6	15016/78,1%	41,0
	мужчины	6931/57,7%		10304/59,4%		12496/65%	
	женщины	5082/42,3%		7056/40,6%		6731/35%	
	Всего	12019/100,0	40,4	17360/100,0	41,0	19227/100	42,0

Таблица 2

Динамика численности персонала организации по возрасту за 2018–2020 гг.

Показатели	Возраст, лет	2018 год	2019 год	2020 год
Списочная численность персонала по возрасту, (человек/%)	0≥20	132/ 1,1%	190/ 1,1%	244/ 1,3%
	>20≤30	2621/ 21,8%	3617/ 20,8%	3867/ 20,1%
	>30≤40	3625/ 30,2%	5175/ 29,8%	4368/ 22,7%
	>40>50	2865/ 23,8%	4594/ 26,5%	4296/ 22,3%
	≥50	2770/ 23,1%	3784/ 21,8%	4556/ 23,7%
	в т.ч. пенсионеров	1782/ 14,8%	2906/ 16,7%	1896/ 9,9%
	Всего	12019/100,0	17360/100,0	19227/100,0

Таблица 3

Образовательный ценз работников организации за период 2018–2020 гг.

Показатели	Вид образования	2018 год	2019 год	2020 год
Вид образования работников организации (человек/%)	высшее	3447/ 28,7%	5165/ 29,8%	5892/ 30,6%
	среднетехническое	2558/ 21,3%	3717/ 21,4%	4152/ 21,6%
	начальное	3471/ 28,9%	5075/ 29,2%	5348/ 27,8%
	среднее	2357/ 19,6%	3125/ 18,0%	4295/ 22,3%
	прочее	180/ 1,54%	278/ 1,63%	342/ 1,83%
	Всего	12019/ 100%	17360/ 100%	19227/ 100%

2. Анализ возрастного состава работников организации. В возрастной структуре работников организации в 2020 г. по сравнению с 2019 г. произошли изменения вследствие переподготовки и повышения квалификации персонала (табл. 2).

В целом динамика изменения работающего персонала организации по возрасту сохранилась – продолжает наблюдаться тенденция уменьшения доли персонала в следующих возрастных группах: от 20 до 30 лет, от 30 до 40 лет и старше 50 лет на 1; 0,4 и 1,3% соответственно по отношению к уровню предыдущего года. Значительно (на 1,9%) увеличилась доля пенсионеров и составила 16,7% на 01.01.2020. В возрастной группе от 40 до 50 лет сохранилась тенденция увеличения доли пер-

сонала, которая на 01.01.2019 составила 26,5% против 23,8% на 01.01.2018. Таким образом, увеличение по данной возрастной группе произошло на 2,7%. Средний возраст работающего персонала организации по состоянию на 01.01.2019 г. составил 41 год, что на 1 год больше, чем в прошлом году. Увеличился средний возраст рабочих с 39,3 до 39,83 лет. Увеличение среднего возраста произошло в категориях руководители, специалисты и служащие до 44,5, 41,3 и 38,66 лет соответственно. Однако выявлено заметное уменьшение доли молодежи, что может привести к дефициту квалифицированных кадров в будущих периодах деятельности организации.

В табл. 3 представлена динамика персонала организации по образованию.

Таблица 4

Динамика основных ресурсов развития организации за 2018–2020 гг.

Показатели ресурса организации	Фактическое значение			Отношение 2020 / 2019 г.	
	2018 год	2019 год	2020 год	темп роста %	Относит.
Среднесписочная численность персонала,	12019	17360	19227	- 2,57	-525
Списочная численность рабочих, чел.	9381	13652	15016	- 1,38	-223
Фонд оплаты труда рабочих, тыс. руб.	517 693	481 322	504 188	4,75	22866
Среднемесячная зарплата сотрудников	33251	34567	36335	5,11	1768
Среднемесячная зарплата рабочих, руб.	29230	29842	31698	5,85	1856
Объём производства, млн руб.	2819,23	2820,48	2828,67	0,29	8,19
Производительность труда персонала, тыс. руб/чел.		138,12	142,17	2,93	4,05
Затраты на повышение квалификации рабочих, тыс. руб.		4820	5042	4,6	222

По состоянию на 01.01.2019 доля персонала с высшим профессиональным образованием увеличилась на 1,1%. Доля персонала со средним профессиональным образованием увеличилась незначительно на 0,1% и составила 21,4%. В 2019 г. произошло увеличение доли персонала с начальным профессиональным образованием на 0,3% и составило 29,2%, – самый высокий показатель за последние 5 лет. Сохранилась тенденция постепенного снижения доли персонала со средним общим образованием. За последние 5 лет доля работников с таким уровнем образования снизилась и составила 18,0% на 01.01.2020.

Забора руководства организации о повышении образовательного ценза сотрудников сказалась на росте доли работников с высшим образованием на 0,3%, и составила 30,6% – это даёт возможность эффективно управлять персоналом, используя интеллектуальный потенциал сотрудников. К 2020 г. 19 сотрудников организации получили диплом высшего образования, закончив очно-заочное обучение в СибГИУ. Остальные категории работников организации претерпели незначительные изменения показателей по годам: человек/процент и составила 21,6% и 27,8,9% соответственно [6, 9, 13].

Поскольку основной ресурс развития организации базируется на знаниях, компетентности, профессионализме сотрудников, улучшенных в результате инвестиции в ЧК, которые содействуют росту производительности труда и определяют уровень оплаты труда человека. Разработка эффективной системы инвестиций в ЧК становится ведущим вопросом каждой организации, поскольку человеческие ресурсы считаются основным элементом развития организации, повышая её прибыль и позиции на рынке (табл. 4) [6, 9, 13].

Анализ показателей по труду и заработной плате персонала в 2020 г. показал, что темпы роста заработной платы – 5,11% опережают темпы роста производительности труда – 2,93%, но соответствуют росту инфляции, чего и добивалось руководство. На росте заработной платы рабочих 5,85% комплексно сказалось увеличение затрат на повышение квалификации 4,6%, а следовательно, повышение тарифных ставок. Затем выявляют уровень ответственности исполнителей, связывают данные с показателями образовательного ценза, профессионализмом и текучестью кадров, и на этой основе разрабатывают кадровый резерв [6, 9, 13].

3. Профессиональное и психологическое тестирование работников организации. С целью поддержания мониторинга людских ресурсов организации провели профессиональное и психологическое тестирование для определения приверженности и лояльности персонала к работе организации. Современные методы тестирования позволяют определить степень удовлетворённости работника своим трудом и зарплатой, и поскольку анализ выявил недостаточную мотивацию персонала своей работой, авторы предложили модернизировать мотивацию работников, для этого руководство организации должно обеспечить заинтересованность сотрудников, внедрение которой изменило показатели тестирования (рис. 3).

На основании данных, полученных отечественными и зарубежными авторами, было предложено разработать стратегию по усовершенствованию системы управления персоналом на основе инвестиции в ЧК, что позволит руководству организации разработать свою концепцию управления человеческими ресурсами.

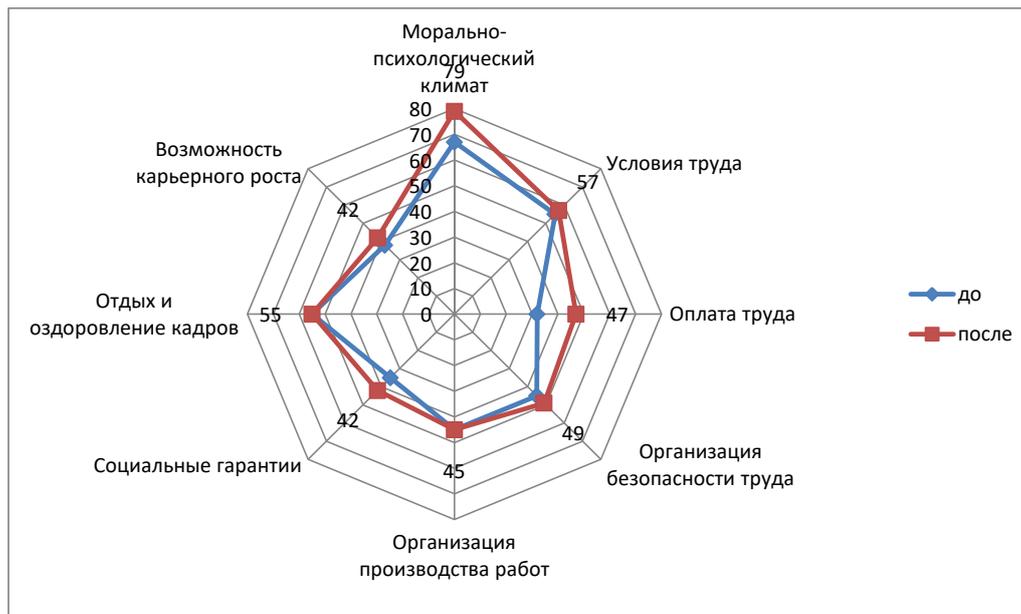


Рис. 3. Результаты тестирования основных работников организации

Анализ результатов тестирования основных работников организации позволил определить степень удовлетворённости своим трудом и его оплатой, а также причины снижения рабочей мотивации [13, 14].

Заключение

Проведённый анализ выявил проблему недостаточной мотивации персонала своей работой, поэтому было предложено руководству повысить заинтересованность работников путём вовлечения их в результаты работы всего предприятия. Заинтересованный работник будет стремиться повышать производительность труда и качество продукции, следовательно, работать более эффективно, что в конечном итоге скажется на повышении прибыли организации. Знания, навыки, профессионализм и предпринимательский опыт персонала являются основополагающим показателем компетентности работников организации, поэтому формирование требований к ним будет способствовать получению дополнительной прибыли для организации в длительной перспективе.

Список литературы

1. Amaefule E.F. Учет человеческого капитала: должны ли сотрудники классифицироваться как активы? *Journal of Business and Public Policy*. 2008. № 2 (1). P. 56–76.
2. Anikina E., Ivankina L., Tumanova I. Благополучие человека и эффективность инвестиций в образование // *Procedia – Social and behavioral sciences*. 2015. № 166. P. 48–52.
3. Беккер Г. Человеческий капитал (главы из книги) // *США: экономика, политика, идеология*. 2013. № 11. 110 с.

4. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. *Управление персоналом: Технологии: учебное пособие*. М.: Юнити-Дана, 2015. 192 с.

5. Бирман Л.А. *Управление человеческими ресурсами: учебное пособие*. М.: Дело, 2018. 347 с.

6. Савченко М.М., Ковган С.Ю., Морозова А.В., Быстров В.А. Особенности инвестиций в человеческий капитал в кадровой политике предприятий Кузбасса // *Вестник СибГИУ*. 2018. № 1 (21). С. 35–39.

7. Патрахина Т.Н. *Управление персоналом: отбор, обучение, мотивация: учебно-методическое пособие* Нижневартковск: НГГУ, 2017. 175 с.

8. Галимова Ю.В., Багрянский К.Н., Быстров В.А., Ишмурина А.А., Эбергард О.В. Развитие человеческих ресурсов посредством обучения персонала на предприятии // *Актуальные проблемы. ЭИМ*. 2020. URL: <http://sibsiu.ru> (дата обращения: 10.05.2021).

9. Быстров В.А., Ермакова М.М., Семьнина А.И. Инвестиции в профессиональное образование сотрудников на примере ПАО «ФСК ЕС» // *Научное обозрение. Экономические науки*. 2018. № 2. С. 5–10.

10. Фоменко А.О. Влияние обучения персонала на рост производительности предприятия // *Молодой ученый*. 2017. № 14. С. 469–472.

11. Ким В.А. Роль психологических факторов в управлении персоналом // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2014. № 18 (347). С. 159–164.

12. Иванова С., Богдогоев Д., Глотова А., Жигилей О. *Развитие персонала сотрудников: Профессиональные компетенции, лидерство, коммуникации*. 4-е изд. М.: Альпина Паблшер, 2012. 280 с.

13. Быстров В.А. Человеческий фактор как основной ресурс повышения эффективности работы предприятия // *Вестник СибГИУ*. 2019. № 4 (30). С. 60–65.

14. Бобко Т.В., Борисова Т.Н., Быстров В.А., Грекова Н.Ю., Казанцева Г.Г., Сидорова Л.Е. Совершенствование управления персоналом организации // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2018. № 5. С. 46–55.

15. Информационный сайт АО «ЕВРАЗ ЗСМК» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.evraz.com/ru/about/> (дата обращения: 10.05.2021).

УДК 372.881.161.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ И ДИАЛОГОВЫХ ТРЕНАЖЁРОВ «ONLINETESTPAD» В ПРАКТИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

Горлова Е.А.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: eagorlova13@rambler.ru*

В статье рассматривается современный образовательный процесс в аспекте использования интерактивных форм обучения. Актуальность исследования обусловлена тем, что эффективными сегодня являются нетекстовые формы преподнесения учебной информации, соответствующие новой экранной культуре мышления обучающихся. В процессе преподавания иностранного языка, в том числе русского как иностранного, особое место имеют диалоговые формы. Диалоговые тренажёры являются одним из инструментов, с помощью которого преподаватель может внести разнообразие в процесс обучения, сделать акцент на развитие речевых компетенций. Авторы исследования провели эксперимент по использованию возможностей сервиса для подготовки интерактивных заданий и диалоговых тренажёров «ONLINETESTPAD». В статье предложены выводы, сделанные в результате педагогического эксперимента, о целесообразности использования инструментов сервиса «ONLINETESTPAD» в образовательном процессе, описана методика разработки диалоговых заданий, приведены примеры диалоговых упражнений. Апробация интерактивных упражнений на основе диалогового тренажёра доказала, что использование данной технологии способствует расширению образовательных, воспитательных и технологических возможностей учебных занятий по русскому языку как иностранному. Обработка результатов исследования также зафиксировала высокий интерес обучающихся к дидактическому материалу данного формата.

Ключевые слова: интерактивное обучение, диалоговые формы, интерактивные задания, диалоговый тренажёр, геймификация процесса обучения

USING THE SERVICE FOR PREPARING INTERACTIVE TASKS AND DIALOGUE SIMULATORS “ONLINETESTPAD” IN THE PRACTICE OF TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE

Gorlova E.A.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: eagorlova13@rambler.ru

The article examines the modern educational process in terms of the use of interactive teaching methods. The relevance of the research is due to the fact that non-textual forms of presenting educational information that correspond to the new screen culture of students' thinking are effective today. In the process of teaching a foreign language, including Russian as a foreign language, dialogue forms have a special place. Dialogue simulators are one of the tools enabling the teacher to add variety to the learning process, focus on the development of speech competencies. The authors of the study conducted an experiment on using the capabilities of the service for the preparation of interactive tasks and dialogue simulators “ONLINETESTPAD”. The article proposes conclusions made as a result of the pedagogical experiment conclusions derived from the experiment on the expediency of using the tools of the “ONLINETESTPAD” service in the educational process, describes the methodology for developing dialogue tasks, gives examples of dialogue exercises. The approbation of interactive exercises based on a dialogue simulator proved that the use of this technology contributes to the expansion of educational, teaching and technological capabilities of training sessions in Russian as a foreign language. The processing of the research results also recorded identified a high interest of students in the didactic material of this format.

Keywords: interactive learning, dialogue forms, interactive tasks, dialogue simulator, gamification of the learning process

Современные обучающиеся – и школьники, и студенты, и взрослые слушатели, получающие второе или дополнительное образование – отличаются одной важной особенностью: информацию, представленную в мультимедийных форматах, они однозначно предпочитают классическим (текстовым) формам подачи материала [1]. Сегодня исследователи разных сфер – психологи, педагоги, маркетологи и др. – констатируют переход от текстовой культуры восприятия информации к экранной куль-

туре. Первыми этот переход зафиксировали и научились эффективно использовать именно маркетологи, но сегодня их идеи использования мультимедиа прочно вошли во все возможные сферы, и сфера образования и педагогического творчества не стала исключением. Безусловно, можно спорить о причинах такой смены образовательной парадигмы, о её плюсах и минусах, однако сам факт эффективности использования нетекстовой учебной информации несомненен. Поэтому резонно, что многие педаго-

ги-практики создают новые интерактивные технологии, методы и приёмы, стремятся геймифицировать учебный процесс, с какой возрастной (или профессионально ориентированной) учебной целевой аудиторией они ни работали бы.

Мы, вслед за многими авторами, будем рассматривать интерактивные упражнения и технологии в целом как формы, ориентированные на взаимные действия, диалог. То есть, интерактивное упражнение – упражнение с взаимодействием, диалогом (обратной связью); составляющая интерактивного обучения (специальная форма организации познавательной деятельности учащихся, цель которой – организация комфортных условий обучения, поскольку это влияет на успешность учеников) [2, 3].

В практике преподавания иностранного языка интерактивные формы обучения всегда имели огромное значение, поскольку владение языком предполагает активное и свободное его использование в реальной ситуации в форме не только монологической, но и, что более существенно, диалогической речи, то есть интерактивно само по себе. Диалог как вид речевой деятельности всегда рассматривается основным средством формирования языковой компетенции [4–6]. В связи с этим педагогические практики всегда находятся в поиске новых интерактивных технологий и отдельных приёмов, которые бы отвечали запросам и ожиданиям обучаемых и способствовали бы более прочному усвоению языкового материала и его практической отработке, формированию языковой компетенции.

Интересной и эффективной формой работы является использование диалоговых тренажёров. Диалоговый тренажёр – это интерактивное упражнение, которое имитирует беседу и помогает создать разные сценарии [7]. На реплику персонажа пользователь (обучающийся) должен выбрать один вариант ответа из нескольких предложенных, от которого будет зависеть дальнейшая сюжетная линия диалога. Многими разработчиками и исследователями этот формат сегодня ещё называется «симулятором». Симуляция как процесс – это «интерактивная имитация различных действий, которые обучающийся бы реализовал в реальных практических условиях» [8]. Таким образом, диалоговый тренажёр – это один из инструментов, с помощью которого преподаватель может внести разнообразие в процесс обучения, сделать акцент на развитие речевых компетенций.

Цель исследования – разработка системы заданий в диалоговом тренажёре, поиск удобного сервиса, в котором можно созда-

вать интерактивные задания по иностранному языку (русскому как иностранному). Для исследования было важным, чтобы такие упражнения были направлены не только на «оживление» образовательного процесса, но и способствовали бы эффективной проверке знаний и навыков по дисциплине.

Материалы и методы исследования

В исследовании апробировались учебные упражнения, созданные в бесплатном сервисе OnlineTestPad (<https://onlinetestpad.com/ru/dialogmaker>), изучались возможности сервиса для включения материалов, созданных с его использованием, в систему обучения иностранному языку и образовательную систему в целом. Проводилось сравнение инструментов OnlineTestPad с возможностями привычной уже преподавателям программы MS Power Point, в которой также возможно создание диалогового тренажёра при условии использования «надстройки» конструктора электронных учебных материалов ISpring Suite.

Методы, которыми проводилось исследование: теоретические (анализ педагогической литературы и продуктов (технологий); анализ и синтез; построение гипотез) и эмпирические (педагогический эксперимент; тестирование; обобщение педагогического опыта).

Результаты исследования и их обсуждение

Мы хотели бы остановиться на нескольких возможностях и положительных сторонах диалоговых тренажёров, созданных с использованием сервиса OnlineTestPad.

1. Основой любого диалога является *ситуация* (проблема, конкретный навык, который нужно передать) и её «разбор» с обратной связью. Диалоговые тренажёры позволяют «оживить» интерактивное упражнение, сделать его выполнение вариативным – то есть превратить его в цельную историю с разветвлённым сюжетом, где каждый вариант будет заканчиваться по-разному. Можно создавать диалоги любого уровня сложности, разветвлённости и продолжительности. Возможно встраивание блока анализа полученного результата (например, заранее созданного текстового комментария с анализом ситуации). Это позволяет обучающемуся делать выводы о целесообразности того или иного приятного им решения, что развивает и его языковую компетенцию, и в целом навыки анализа информации. Такие упражнения похожи на реплики персонажей в компьютерной игре, когда выбор ответа запускает отдельную ветку сценария.

2. OnlineTestPad предусматривает варианты 14 типов вопросов, например задания на установление последовательности, на заполнение пропусков, на последовательное исключение, мультिवыбор правильных ответов или выбор одного решения, ввод чисел и текста, добавление файлов. Таким образом, под конкретную дидактическую задачу можно подобрать оптимальный вариант формулировки задания и развития диалога. В привычной многим MS Power Point аналогичной возможности нет.

3. Инструменты сервиса OnlineTestPad легко совмещать с приёмами сторителлинга и кейсами, которые сами по себе являются способами интенсификации учебного процесса. Также преподаватель, создавая линейку таких заданий, может встроить опции виртуальных наград, достижений, что дополнительно привлекает интерес, способствует повышению интенсивности процесса обучения за счёт игрового соревновательного эффекта. Достижимые за счёт интерактивности уровень геймификации и уровень погружённости в тему самими обучающимися оцениваются как высокие, причём это оценка, данная людьми разных возрастов и познавательных интересов и запросов.

4. Использование диалогового тренажёра подходит для онлайн-обучения, поскольку все задания имеют возможность организации оперативной обратной связи. Сервис позволяет размещать ссылки на задания, назначать контрольные сроки – т.е. работает как привычный инструмент обучения и контроля. Диалоговые упражнения можно легко встраивать на сайт, LMS (СДО), в блоги, форумы и т.д., что актуально для современных обучающихся. С организационной точки зрения важна и возможность дифференцировать обучающихся, разбивая их на группы с помощью персонализированных ссылок на диалоги. Всё это создаёт поле для дополнительного использования инструмента в различных формах обучения: очном, заочном / дистанционном, смешанном. Продукты, созданные в MS Power Point, на наш взгляд, в меньшей степени пригодны для онлайн-обучения.

5. Диалоговый тренажёр способен помочь преподавателю иностранного языка в решении разнообразных задач: объяснений и закрепления материала; проверке уровня усвоения материала и сформированности языковой компетенции; формировании устойчивой компетенции решать языковые задачи несколькими способами (это важно при отработке лексики, син-

таксиса, стилистики и т.д.); формировании умения аргументации, оценки результатов собственной работы. Важной является возможность формирования речевых навыков в зависимости от конкретной ситуации речи и управления беседой.

6. Актуальной для преподавателя является возможность моментальной проверки результата работы: интерактивность тренажёра предполагает реакцию на выбранное обучающимся действие. Диалоговые тренажёры в OnlineTestPad обладают эффективными аналитическими инструментами: преподавателю доступны функции просмотра каждого результата и статистики ответов по диалогу, которые можно сохранить в различных форматах. Возможность проверки в продукте, выполненном в MS Power Point, реализовать технически труднее.

7. Важные для обучающихся особенности – возможность дополнительной тренировки речевых навыков, поскольку, во-первых, нет ограничения на количество прохождений заданий, созданных с помощью данного сервиса; во-вторых, сервис является бесплатным.

Определёнными сложностями работы по созданию заданий в диалоговом симуляторе мы назвали бы два момента:

1) необходимо достаточно много времени для подготовки качественного диалога и самого по себе технического, графического его оформления (и, в отличие от университетской среды, в корпоративном секторе это отдельная оплачиваемая работа). Данную сложность, однако, можно оправдать возможностью создания авторского курса (продукта) с последующей его монетизацией или работой на бренд университета;

2) создание основы для диалога – кейса или творческого проекта также требует больших временных затрат.

Остановимся кратко на этапах работы по созданию диалога в OnlineTestPad.

1. Первым этапом работы по созданию диалога в симуляторе является проработка сценария. Нужно определить, какие образовательные цели и задачи поможет решить данный инструмент и в какую ситуацию для этого лучше всего погрузить обучающихся. Сценарий для диалогового тренажёра может иметь формат интеллект-карты, скрипта и др. [9]. Важно продумать, кто будет начинать диалог, чья реплика станет первой, как кратко описать входные характеристики персонажей.

2. Далее необходимо грамотно прописать скрипт, исключить фразы (варианты ответов), которые обучающийся не может наблюдать или использовать в реальных

речевых ситуациях, проработать варианты ответов как ключи к следующим сценам. Если обучающийся выбирает неверный вариант, он может сразу узнать об этом – следующим слайдом станет информация об ошибке и комментарий, но возможно и развитие ситуации, даже выход к «безопасному» речевому варианту – тут будет прямая зависимость от уровня подготовки обучающихся и от учебной задачи. Количество вариантов ответа – обычно три, они не должны быть очевидными (по объёму, структуре, эмоциональности). Соблюдение этого правила на практике на самом деле достаточно сложно.

3. Следующий этап – создание интерфейса для диалога. Он, как у любого ИКТ-ресурса, должен быть привлекательным для обучающегося. Далее необходимо тестирование диалога, исправление ошибок.

4. Несколько непривычным, но необходимым является этап защиты созданного продукта, что обусловлено трудоёмкостью разработки такого контента и его ориентированностью на конкретную целевую аудиторию.

Простейшим примером интерактивных диалоговых упражнений, работать с которыми можно начинать буквально с первых уроков по русскому как иностранному, будет следующее. Легко и эффективно можно отрабатывать этикетные формулы, например выбор элементарных фраз типа «Здравствуйте!» / «Привет!». Слушателям данные фразы представляются и в текстовом, и в аудиоформате. По мере продвижения обучающихся по курсу ввод ответов возможен также в разных вариантах: выбор готового текста, вводимый обучающимися текст (с вставлением букв и полным написанием слова), аудиофайл.

Для слушателей уровня А1 интересными оказались упражнения, направленные на отработку выбора реплик-ответов на вопросы «Как дела?», поскольку учебник предлагает единственную «классическую» фразу: «Спасибо, хорошо!» / «Хорошо». Но в реальной языковой практике эта фраза не используется, особенно в молодёжной среде, частью которой и будут студенты-иностранцы. В этом конкретном случае упражнение использовалось в самостоятельной работе. Комментарии к ситуации (вариантам восприятия ответа) были предложены в формате картинок (комиксов).

Для обучающихся, работающих на более высоком уровне (В1–В2), актуальна отработка сложных фрагментов официально-делового текста (деловых электронных писем, резюме и иных подобных).

Приведём пример скрипта диалога «Ученик – Учитель» с комментариями, которые открываются слушателям при выборе неверного ответа (рисунок).

Диалог предназначен для слушателей второго месяца обучения. Тема диалога – «Я пропустил урок». Начинает диалог ученик, фразы учителя не предполагают выбора и выделены курсивом. Фразы ученика должен выбрать обучающийся. Термины *русский речевой этикет, устная речь, слова торжественный, вежливость, переживать* и иные, не входящие в лексический минимум, были отработаны на предыдущих уроках. Предусмотрен вариант с аудиофайлом верного варианта диалога, который доступен после прохождения задания. С учётом того, что задание предназначено слушателям практически нулевого уровня владения русским языком и предполагает самостоятельное выполнение, предусмотрена возможность (по запросу, нажатии иконки) перевода комментариев к неверным ответам на арабский язык.

Результаты выполнения данного задания были следующими: 22 из 30 слушателей прошли диалог без ошибок; 5 человек допустили ошибку на шаге 4, что мы связываем с влиянием родного арабского языка обучающихся (интерференцией) и специфической культурной традицией уважительного обращения к Учителю с подчёркиванием этого особого высокого статуса. Аудиофайл диалога прослушали все обучающиеся, вне зависимости от того, насколько успешно они справились с заданием диалогового тренажёра. По результатам дальнейшего наблюдения выявлено, что большинство обучающихся чётко понимают разницу в степени вежливости похожих конструкций и в основном верно употребляют их в собственной речевой практике.

Интерес к заданию такого рода высок, более половины слушателей спросили о возможности решить другие варианты этого «теста» и были разочарованы, узнав, что таких вариантов не существует. Для нас это свидетельство того, что утверждение о высокой значимости интерактивных упражнений именно в формате диалогового тренажёра обосновано. Мы полагаем, что данный формат дидактических материалов однозначно должен развиваться для реализации задачи по формированию коммуникативной компетенции при изучении иностранного языка. Особенно это актуально для практики преподавания русского языка как иностранного.

Скрипт диалога «Я пропустил урок»

<i>Шаг 1.</i>		
1. – Здравствуйте, Ирина Ивановна!		– <i>Здравствуй, Гриша. У тебя какое-то дело?</i>
2. – Ирина Ивановна, здравствуйте. Как ваши дела?	НЕВЕРНЫЙ вариант. По правилам русского речевого этикета обычно младший по возрасту не задаёт такой вопрос.	
3. – Здравствуйте, уважаемая Ирина Ивановна!	НЕВЕРНЫЙ вариант. По правилам русского речевого этикета слово «уважаемый (-ая)» в устной речи используется в торжественных случаях.	
<i>Шаг 2.</i>		
1. – Нет, просто я сегодня пропустил урок.	НЕВЕРНЫЙ вариант. «Нет» означает, что дела нет. Слово «просто» означает, что ученик не переживает о пропуске.	
2. – Да, есть дело. Я не был на уроке.	НЕВЕРНЫЙ вариант. Из всех вариантов этот – не самый вежливый.	
3. – Да, я не был сегодня на Вашем уроке.		– <i>Я знаю, Гриша. Чем тебе помочь?</i>
<i>Шаг 3.</i>		
1. – Как мне выучить этот урок?	НЕВЕРНЫЙ вариант. Грубый ответ.	
2. – Я могу сделать это задание?		– <i>Да, конечно. Завтра я тебя спрошу.</i>
3. – Мне надо выучить этот урок?	НЕВЕРНЫЙ вариант. Ученик <u>должен</u> выучить урок, об этом не нужно спрашивать.	
<i>Шаг 4.</i>		
1. – Хорошо. До завтра!	НЕВЕРНЫЙ вариант. Ученик не сказал: «Спасибо».	
2. – Спасибо, учитель. До свидания.	НЕВЕРНЫЙ вариант. По правилам русского речевого этикета не говорят «учитель».	
3. – Спасибо большое. До свидания!		– <i>До завтра, Гриша!</i>

Заключение

Апробация созданного авторами дидактического материала – интерактивных диалогов с использованием сервиса OnlineTestPad позволяет сделать определённые выводы.

1. Данная форма работы однозначно интересна обучающимся – слушателям подготовительного факультета СамГТУ, изучающим русский язык как иностранный. Диалоговый тренажёр позволяет повысить интерес к предмету, сделать процесс обучения более интенсивным и эмоционально значимым.

2. Использование тренажёра позволяет отработать те темы, на которые в аудитории просто нет времени, тем самым заполнить пробелы. В отдельных случаях мож-

но уменьшить разрыв между изучаемым «классическим», «идеальным» русским языком и его реальными молодёжными вариантами, владение которыми будет залогом успеха будущего студента-иностранца при адаптации к жизни в кампусе и неформальном общении.

3. Работа с новыми инструментами открывает определённые новые горизонты, возможности для творчества и самому педагогу. Этот момент нельзя недооценивать.

Таким образом, использование диалогового тренажёра позволит расширить образовательные и технологические возможности занятий, а также сможет обеспечить вовлечение и максимально эффективную реализацию образовательных целей, задач, программ.

Список литературы

1. Никишина Т.В. Создание обучающих интерактивных упражнений при помощи современных онлайн-сервисов // Альманах мировой науки. 2020. № 6 (42). С. 71–78.
2. Аксютин П.А., Гончарова С.В., Карпова Н.А. Решение профессиональных задач учителя средствами веб-сервисов // Современное образование: традиции и инновации. 2019. № 1. С. 23–25.
3. Горлова Е.А., Полухина М.О., Ершова О.В. Развитие коммуникативных навыков посредством интерактивных технологий // Вестник Самарского государственного технического университета. Психолого-педагогические науки. 2020. № 2 (46). С. 51–61.
4. Костомаров В.Г., Митрофанова О.Д. Методика преподавания русского языка как иностранного. М.: Русский язык, 2016. 158 с.
5. Фирсова П. Три главных принципа создания диалогов в обучающих курсах. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/tri-printsipa-sozdaniya-otlichnykh-dialogov-v-elearning> (дата обращения: 20.05.2021).
6. Мур К. 6 способов сделать диалоги естественными. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/6-sposobov-sdelat-dialogi-estestvennymi> (дата обращения: 20.05.2021).
7. Силантьева О. Как создать диалоговый тренажёр. [Электронный ресурс]. URL: https://sdelano.media/interactive_simulator/ (дата обращения: 22.05.2021).
8. Фёдорова Л.А. Разработка симуляторов для формирования компетенций магистрантов при реализации онлайн-курсов // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35050142> (дата обращения: 22.05.2021).
9. Посухова Е. Как создать диалоговый тренажёр. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/dialogovyiy-trenazher-v-online-kurse> (дата обращения: 22.05.2021).

УДК 378

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Егорычева Е.В., Тюрина С.Ю., Сидоров А.А., Орлова Е.В.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»,
Иваново, e-mail: tsu1999@mail.ru

В работе описывается опыт разработки и внедрения инновационной образовательной технологии «студент-наставник». Активное использование новых образовательных инноваций в образовательной среде вуза необходимо для создания благоприятных условий для саморазвития студентов, их личностного и профессионального роста. Под *образовательной инновацией* авторы понимают процесс разработки, внедрения, анализа и рефлексии новшеств в сфере высшего образования для достижения определённых целей. Авторы анализируют деятельность студенческого клуба «Цифровой Буксир», основная цель которого направлена на повышение цифровой грамотности, на развитие навыков владения современными дистанционными технологиями школьников, студентов и преподавателей. Подчеркивается, что в проекте участвуют студенты волонтеры-наставники. Описывается проект-направление «Спешим на помощь», который предназначен для преподавателей и обучающихся вуза для организации учебного процесса в гибридном формате. Особое внимание уделено проекту-направлению «3D Класс» для развития навыков цифровой грамотности среди обучающихся колледжей и школ. Цель проекта – развитие навыков 2D и 3D моделирования в современных системах автоматизированного проектирования и дизайна. Авторы подчеркивают важную роль использования технологии «студент-наставник» в реализации проекта «Буксир: иностранный язык». Внедрение технологии способствует приращению знаний студентов об особенностях профессионального иноязычного дискурса и развивает навыки устной и письменной коммуникации на иностранном языке.

Ключевые слова: образовательная инновация, технология «студент-наставник»

INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TECHNICAL UNIVERSITY

Egorycheva E.V., Tyurina S.Yu., Sidorov A.A., Orlova E.V.

Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo, e-mail: tsu1999@mail.ru

The paper describes the experience of development and implementation of innovative educational technology “student – mentor”. Implementation of new educational innovations in educational environment of the university is necessary to create favorable conditions for self-development of students, their personal and professional growth. *Educational innovation* is defined as the process of development, implementation, analysis, and reflection of innovations in higher education environment to achieve certain goals. The authors analyze the activity of the student club “Digital Tug”. Its key main goal is to develop digital literacy skills, and practical skills of using modern distance technologies by schoolchildren, students, and teachers. It is emphasized that student volunteers-mentors are involved in the project. The subproject “Hurry to Help” is described. It is aimed at teachers and students of the university to help to organize the educational process in a hybrid format. Particular attention is paid to the subproject “3D-Class” for the development of digital literacy skills among the students of colleges and schools. The goal of the project is to develop 2D and 3D modeling skills in modern computer-aided design and design systems. The authors emphasize the important role of using the “student-mentor” technology in the implementation of the “Tug: a foreign language” project. The introduction of technology contributes to the growth of students’ knowledge about professional foreign language discourse and develops the skills of oral and written communication in a foreign language.

Keywords: educational innovation, technology “student-mentor”

Внедрение новой образовательной парадигмы в деятельность высшей технической школы предполагает гуманизацию процесса образования, духовное и нравственное развитие личности обучающегося. Перед вузом стоит задача создать благоприятные условия для саморазвития студентов, их личностного и профессионального роста. Соответственно, новые задачи предполагают активное использование новых образовательных технологий для их решения [1].

Вопросы, рассматривающие использование образовательных технологий в высшей школе, исследовались в трудах Н.В. Бордовской, В.П. Беспалько, М.В. Кларина, П.И. Пидкасистого, Г.К. Селевко, В.А. Сластенина, М.А. Чошанова и др.

Отечественные ученые обсуждают различные виды технологий и отмечают, что повышение качества образования обусловлено, прежде всего, внедрением инновационных образовательных технологий. Среди основных называют личностно-ориентированные технологии, интерактивные, информационные и коммуникативные технологии.

Несмотря на различные классификации видов или типов технологий, каждая из них непременно должна отвечать определенным требованиям и принципам [2].

Под образовательной инновацией в широком смысле мы понимаем непосредственно процесс разработки, внедрения, анализа и рефлексии новшеств в сфере высшего об-

разования для достижения определённых целей. Ключевым критерием инновации мы считаем новизну и актуальность.

В работе описывается опыт разработки и апробации инновационной образовательной технологии «студент-наставник».

Феномен наставничества и волонтерства является инновационным подходом в образовании и воспитании. Это достаточно эффективные и оправданные средства формирования и воспитания нравственных идеалов и ценностей, а также приобретение опыта саморазвития и самостоятельной деятельности.

Наставничество представляет собой целенаправленный процесс добровольческой деятельности неравнодушных, социально активных студентов, готовых прийти на помощь в любой, даже самой трудной жизненной ситуации. Наставничество – комплексная, сильная форма саморазвития и личностного роста, которая в итоге дает практические результаты и активно применяется в различных сферах деятельности студенческой жизни. Этот вид волонтерской деятельности прежде всего способствует возможности выстраивать равно партнёрские социальные отношения, и приобретать новые умения и навыки в разных сферах учебной и внеучебной деятельности, обеспечивает поддержку друзей [3].

Инновационная образовательная технология «студент-наставник» активно внедряется в Ивановском государственном энергетическом университете на примере деятельности проекта под общим названием «Буксир». Проект реализуется в рамках различных дисциплин.

Необходимость использования цифровых технологий в образовательном процессе показала, что преподаватели вузов не владеют навыками компьютерной грамотности в области использования современных дистанционных технологий в полном объёме. Однако школьники и студенты проявляют огромный интерес в вопросах изучения современных систем автоматизированного проектирования и дизайна. Решением этих проблем занимаются студенты-наставники в рамках деятельности клуба «Цифровой Буксир».

В рамках деятельности проекта «Буксир: иностранный язык» стоит задача развития иноязычной коммуникативной компетенции, которая крайне необходима обучающимся для взаимодействия в процессе межкультурной профессиональной коммуникации.

Цель исследования – описать опыт разработки и внедрения инновационной образовательной технологии «студент-наставник»

на примере деятельности студенческих объединений в Ивановском государственном энергетическом университете; проанализировать функции участников и руководителей в рамках реализации проектов; определить основные цели проектов и механизмы их достижения в процессе реализации в образовательном пространстве технического университета, предложить возможные пути дальнейшего развития технологии «студент-наставник».

Материалы и методы исследования

Разработка и апробация проекта деятельности студенческого клуба «Цифровой Буксир» проводилась на базе кафедры конструирования и графики, проект «Буксир: иностранный язык» на кафедре интенсивного изучения английского языка в рамках дисциплины «Иностранный язык для профессионального общения».

Материалом исследования послужили учебные материалы, используемые обучающимися в процессе освоения дисциплин графического и гуманитарного циклов.

В основе теоретической базы исследования лежит анализ методических работ по вопросам эффективного внедрения образовательных технологий в практику высшего учебного заведения. В качестве эмпирической базы используются такие методы, как наблюдение и анализ работы студентов-наставников в рамках проектной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Деятельность студенческого клуба «Цифровой Буксир» основана на инновационной образовательной технологии «студент-наставник». В проекте участвуют волонтеры-наставники. Основная цель деятельности клуба «Цифровой Буксир» направлена на повышение цифровой грамотности, на развитие навыков владения современными дистанционными технологиями.

В процессе разработки проекта определены основные функции руководителя клуба и студентов-наставников. Это, прежде всего, взаимодействие с администрацией вуза, общеобразовательными и профессиональными образовательными организациями, а также планирование, организация, контроль и координация работы участников команды клуба.

В рамках работы клуба проходят мастер-классы, тренинги, индивидуальные консультации. Опыт работы показал, что для эффективной организации взаимодействия студентов-наставников и обуча-

ющихся необходимо привлекать экспертов (а именно, преподавателей вуза) в различных областях профессиональной деятельности.

Важным элементом для анализа работы клуба является анализ информации обратной связи от участников проекта. Обратная связь имеет несомненную ценность, поскольку позволяет планировать дальнейшую деятельность клуба с учетом оценки участников.

Не менее важным в деятельности клуба является работа медиагруппы, то есть, информационное сопровождение, обеспечение фото- и видеосъемки.

В рамках деятельности клуба можно выделить различные направления. Например, проект-направление «Спешим на помощь», который предназначен для преподавателей и обучающихся ИГЭУ для организации учебного процесса в смешанном и дистанционном режимах. Проект направлен на поддержку преподавателей, которые испытывают трудности в использовании дистанционных технологий для организации учебных занятий.

Цифровые технологии являются неотъемлемой частью учебного процесса во всех образовательных организациях [4].

Проблема совершенствования навыков цифровой грамотности в образовательной среде учебных заведений остаётся актуальной для преподавателей Ивановской области. Очень многие преподаватели испытывают сложности с использованием современных технологий в образовательном процессе.

Социологический опрос преподавателей ИГЭУ и колледжей Иваново, проведенный участниками проекта, выявил, что проблема с профессиональной готовностью работать с использованием цифровых технологий наиболее остро стоит у возрастной группы преподавателей «55+».

Результаты опроса показали, что около 80 % респондентов испытывали трудности с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ). Особенно эта проблема актуальна для сотрудников колледжей, где средний возраст педагогов выше 50 лет.

С проблемой использования дистанционных образовательных технологий, как оказалось, сталкиваются не только преподаватели образовательных организаций, но и обучающиеся. Результат социологического опроса, проведенного командой проекта, показал, что около 20 % респондентов (обучающиеся) хотели бы повысить уровень владения ДОТ.

Таким образом, анализ работы проекта-направления «Спешим на помощь» показал,

что удалось повысить уровень цифровой грамотности преподавателей в области использования ДОТ; организовать учебный процесс с использованием современных технологий электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, что в результате повысило качество учебного процесса.

Для школьников и учащихся колледжей работает проект-направление «3D-Класс». Его цель – развитие навыков 2D и 3D моделирования в современных системах автоматизированного проектирования и дизайна [5]. Актуальность этого проекта-направления обусловлена необходимостью развития навыков цифровой грамотности среди обучающихся колледжей и школ. Приобретение знаний и совершенствование навыков использования современных компьютерных технологий позволит расширить возможности обучающихся в выборе своего профессионального пути.

Так, по данным исследований союза «Ворлдскиллс Россия», только 15% старшеклассников готовы осознанно подойти к выбору своей профессии [5].

Социальный опрос среди школьников и обучающихся колледжей г. Иваново и Ивановской области позволил выявить значительный интерес к современным системам автоматизированного проектирования (САПР) (около 70 % респондентов) и высокую степень заинтересованности в получении знаний и овладении навыками работы в современных востребованных системах 3D моделирования, анимации и рендеринга (около 75 % респондентов).

Таким образом, реализация проекта-направления «3D-Класс» помогла обучающимся повысить свой образовательный уровень в использовании компьютерных технологий; активизировать образовательную, профессиональную и творческую деятельность; реализовать свои возможности в профессиональном самоопределении.

Ещё один проект-направление деятельности клуба – это студенческий проект «От идеи до модели». Цель проекта – научиться разрабатывать деталь от чертежа и до печати модели на 3D принтере. Охват аудитории проекта 20 чел. [6].

Презентация творческих работ на тему «Мир 3D моделирования» проводится среди школьников и учащихся колледжей, изучающих системы автоматизированного проектирования и дизайна в рамках проекта.

Отдельное направление работы клуба – это «Буксир» («Буксир: инженерная графика», «Буксир: компьютерная графика», «Буксир: иностранный язык»), целью которого является помощь студентам в ос-

воени материалов различных курсов, например иностранный язык, дисциплины графического цикла. В рамках проекта волонтеры проводят занятия в режимах онлайн и офлайн со всеми заинтересованными студентами и отстающими. Занятия способствуют росту мотивации отстающих студентов и в результате позволяют им повысить свой уровень знаний. Ежегодно в проекте участвуют не менее 50 чел. Отметим, что в 2019 г. проект был признан победителем во внутривузовском конкурсе проектов ИГЭУ.

Так, например, в рамках работы проекта «Буксир: иностранный язык» студентами-наставниками часто выступают слушатели дополнительной профессиональной программы «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации».

В условиях, когда количество аудиторных часов курса «Иностранный язык» недостаточно, а также с учетом разного уровня подготовки студентов, оправдано, на наш взгляд, использовать технологию «студент-наставник» для организации самостоятельной работы по английскому языку. Это может быть работа в малых группах, дискуссии, обсуждение профессиональных ситуаций или же организация беседы в формате «круглый стол», где студенты могут выступить с небольшими сообщениями. Более того, студенты должны уметь не только читать, понимать, но и рецензировать профессиональные и научные иноязычные тексты.

Использование технологии «студент-наставник» в реализации проекта «Буксир: иностранный язык» помогает приобрести знания об особенностях профессионального иноязычного дискурса и развивать навыки устной и письменной коммуникации на иностранном языке. Развитие этих навыков в целом способствует развитию универсальных компетенций будущего выпускника.

Очевидно, что будущий выпускник вуза – личность всесторонне развитая. Однако содержание вузовского образования порой ограничивается лишь обучением в рамках заданных компетенций и определяется в терминах «знать» или «уметь», при этом цели воспитания и саморазвития не отражаются в программах. Содержание образования необходимо проектировать через призму культуры: «нравственная культура личности», «гуманитарная культура», «техническая культура», «информационная культура» [7].

Отметим, что в рамках иноязычного обучения студентов с использованием образовательной технологии «студент-наставник»

также решается задача формирования информационной культуры обучающегося [8].

Подводя итоги, отметим, что в результате реализации проектов школьники и учащиеся колледжей повысили свой уровень владения компьютерными технологиями, смогли выбрать направления развития своей профессиональной деятельности; преподаватели и студенты ИГЭУ и техникумов улучшили навыки цифровой грамотности в сфере дистанционного и смешанного обучения, что в итоге привело к улучшению качества образовательного процесса; студенты – члены клуба приобрели опыт цифрового наставничества, повысили уровень иностранного языка, достигли личностно-го развития.

Заключение

В заключение отметим, что анализ деятельности клуба «Цифровой Буксир» убеждает в перспективах его роста. Методики и практики работы клуба на основе инновационной образовательной технологии «студент-наставник» являются положительным примером для вузов других городов и могут быть внедрены и адаптированы в различных образовательных учреждениях.

Реализация технологии «студент-наставник» в рамках проекта «Цифровой Буксир» позволит расширить направления деятельности клуба, развивая цифровое наставничество, повышая уровень цифровой грамотности в образовательной среде, развивая soft skills.

Социальный эффект деятельности клуба «Цифровой буксир» очевиден: рост уровня цифровой грамотности в образовательной среде, развитие технологий цифрового наставничества и популяризации инновационной образовательной технологии «студент-наставник». Погружение в цифровую среду, приобретение знаний и навыков в области иностранного языка, компьютерных технологий расширяет возможности профессионального самоопределения и повышает мотивацию к познавательной деятельности у школьников, учащихся колледжей и студентов вуза.

Использование технологии «студент-наставник» реализует следующие функции в образовательном процессе:

– диагностическую, поскольку позволяет выявить пробелы в знаниях в различных областях (например, использование компьютерных технологий, знание иностранного языка) и, следовательно, определить те области знаний и навыков, которые необходимо формировать и развивать;

– целеполагание, так как помогает школьнику, учащемуся и студенту разви-

вать умения ставить перед собой определённые цели;

– организационно-деятельностную, поскольку участники проектов тщательно планируют и в итоге участвуют в различных видах деятельности;

– оценочно-контролирующую, поскольку позволяет в процессе деятельности отслеживать качество приобретённых навыков и умений;

– рефлексивную, что даёт возможность участнику проекта оценить уровень своих знаний и навыков, и студенту-наставнику – поддерживать обратную связь.

– мотивационную, поскольку поддерживает интерес обучающихся к различным дисциплинам.

Список литературы

1. Котлова Т.Б. Роль внеучебной работы в реализации компетентного подхода в вузе (опыт ИГЭУ). Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XIX Бенардосовские чтения): материалы международной научно-технической конференции. Иваново: ИГЭУ, 2017. С. 196–199.
2. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. М.: Народное образование, 1998. 256 с.
3. Егорычева Е.В. Наставничество как важное направление внеучебной воспитательной работы в техническом вузе. Перспективы развития высшей школы: материалы I Международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 395–399.
4. Постановление Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1836 «О государственной информационной системе «Современная цифровая образовательная среда»». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74822854/> (дата обращения: 05.06.21).
5. Попасть в профессию // Российская газета. 2021. № 146. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/07/06/shkolniki-po-vsej-strane-poluchat-bilet-v-budushchee.html> (дата обращения: 09.06.21).
6. [Электронный ресурс]. URL: <http://student.ispu.ru/content/ot-eskiza-do-modeli-osen-20202021-gg> (дата обращения: 09.06.21).
7. Новиков А.М. Основания педагогики. Пособие для авторов учебников и преподавателей педагогики. М., 2011. 208 с.
8. Тюрина С.Ю. Формирование информационной культуры личности в процессе иноязычного образования в техническом вузе // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2013. Т. 19. № 2. С. 156–159.

УДК 376.4

ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

¹Кобызева Н.И., ²Попова А.М., ²Аргунова Н.В.

¹МКОУ «Саныяхтахская СОШ», Саныяхтах, e-mail: nadya.kobyzeva.96@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: nargunova@yandex.ru, poalmi@list.ru

В данной статье рассматривается проблема обучения детей с задержкой психического развития в условиях инклюзивного образования в общеобразовательной школе. Изучение и анализ психолого-педагогических основ инклюзивного образования, современного состояния инклюзивной практики обучения детей с задержкой психического развития и анализ различных моделей инклюзивного обучения в системе общего образования позволили выявить основные преимущества и недостатки инклюзивного образования. На основе анализа педагогического опыта и основных методических подходов учителей, работающих с детьми, имеющими диагноз «задержка психического развития», разработан конструктор технологической карты урока. Данная статья может быть полезна учителям общеобразовательных школ, работающим с детьми с таким диагнозом в условиях инклюзивного образования. Грамотное составление технологической карты урока может помочь учителю правильно распределить время урока и уделить время всем категориям детей на протяжении всего урока. В разработанном конструкторе технологической карты урока расписаны поэтапно основные образовательные, воспитательные цели урока, деятельность учителя, деятельность нормально развивающихся обучающихся и деятельность обучающихся с задержкой психического развития и имеется ряд методических приемов для проведения различных этапов урока.

Ключевые слова: инклюзивное образование, конструктор урока, учащиеся с задержкой психического развития

TEACHING STUDENTS WITH MENTAL RETARDATION IN INCLUSIVE EDUCATION

¹Kobyzeva N.I., ²Popova A.M., ²Argunova N.V.

¹MKOU "Sanyakhtakhskaia secondary school", Sanyakhtakh, e-mail: nadya.kobyzeva.96@mail.ru;

²FGAOU VO "North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova",
Yakutsk, e-mail: nargunova@yandex.ru, poalmi@list.ru

This article deals with the problem of teaching children with mental retardation in inclusive education in general education schools. The study and analysis of the psychological and pedagogical foundations of inclusive education, the current state of inclusive practice of teaching children with mental retardation, and the analysis of various models of inclusive education in the general education system allowed us to identify the main advantages and disadvantages of inclusive education. Based on the analysis of the pedagogical experience and the main methodological approaches of teachers working with children diagnosed with mental retardation, the designer of the technological map of the lesson was developed. This article may be useful for teachers of general education schools working with children with such a diagnosis in an inclusive education. Competent preparation of the technological map of the lesson can help the teacher to correctly allocate the time of the lesson and devote time to all categories of children throughout the lesson. In the developed designer of the technological map of the lesson, the main educational and educational goals of the lesson, the activities of the teacher, the activities of normally developing students and the activities of students with mental retardation are described in stages, and there are a number of methodological techniques for conducting various stages of the lesson.

Keywords: inclusive education, lesson constructor, students with mental retardation

Согласно Закону «Об образовании в Российской Федерации» все дети, в том числе дети с особенностями развития, имеют равные права в получении образования. Уже сегодня существует потребность в создании детям с ограниченными возможностями оптимальных условий обучения.

Проблемой обучения детей с ограниченными возможностями здоровья занимались педагоги Ю.К. Бабанский, Л.В. Занков, М.Н. Скаткин, психологи Л.И. Божович, Л.С. Выготский, З.И. Калмыкова, Г.С. Костюк, С.Л. Рубинштейн, а также многие российские и зарубежные ученые, методисты, такие как Н.Ю. Борякова, Е.С. Слепо-

вич, У.В. Ульянова, Э.И. Мещерякова, Н.Ф. Талызина и др.

Несмотря на то что тема обучения детей с ограниченными возможностями здоровья с каждым годом становится все более актуальной, данная проблема продолжает оставаться недостаточно исследованной. Большинство научных работ не содержит всей специфики работы с детьми с задержкой психического развития.

Актуальность данного исследования обусловлена потребностью разрешения противоречия между тем, что в современном мире существует огромное количество различных пособий по работе с детьми с диа-

гнозом «задержка психического развития», однако пособий, которые помогали бы учителю не только правильно построить урок, но и объясняли бы все особенности обучения таких детей в общеобразовательных школах в условиях инклюзивного образования, практически нет.

Цель статьи: изучение методических подходов в работе с детьми с задержкой психического развития и разработка конструктора урока в условиях инклюзивного образования.

Материалы и методы исследования

Обеспечение равного доступа к образованию для всех обучающихся с учетом разнообразия особых образовательных потребностей и индивидуальных возможностей было законодательно закреплено новым Законом «Об образовании в Российской Федерации».

«Инклюзивное образование, – отмечает Дэвид Митчелл, – это шаг на пути достижения конечной цели – создание инклюзивного общества, которое позволит всем детям и взрослым, независимо от пола, возраста, этнической принадлежности, способностей, наличия или отсутствия нарушений развития, участвовать в жизни общества и вносить в нее свой вклад...» [1].

Основываясь на работе Дмитриева А.А. [2], а также на основании вышеизложенного можно выделить следующие преимущества инклюзивного образования:

1) дети с задержкой психического развития (ЗПР) находятся вместе с нормально развивающимися детьми, и обучающиеся понимают, что все люди разные;

2) дети учатся правильно реагировать на чувства и эмоции другого человека, учатся помогать друг другу и быть отзывчивыми;

3) социализация детей с ЗПР в школе благотворно сказывается на формировании личности и их адаптации к жизни;

4) дети, посещая общеобразовательную школу по месту жительства, смогут не разлучаться с родителями, как это бывает, когда ребенок учится в специальной (коррекционной) школе-интернате.

Однако, как отмечает в своей работе Д.З. Ахметова [3], немало голосов и против инклюзии. И поэтому остановимся на проблемах, с которыми сталкивается инклюзивное образование:

1) администрация школы по месту жительства не вправе отказать ребенку в обучении, но в то же время не имеет права его взять без создания условий, а, возможно, школа не в силах решить этот вопрос самостоятельно, например нет в штате дефектолога;

2) неподготовленность учителей к работе в условиях инклюзивного обучения;

3) многие родители детей стремятся, чтобы их ребенок «был, как все», и при этом забывают, что порой такие дети уязвимы и у них имеются индивидуальные потребности;

4) как отмечает работе Иванов А.В. [4], родители нормально развивающихся обучающихся (НРО) не всегда готовы к тому, что в классе с их ребенком учится ребенок с ЗПР.

В настоящее время в России существует четыре основных подхода к обучению детей с ограниченными возможностями здоровья:

– инклюзивное образование (общеобразовательные школы, обучение ведется совместно с нормально развивающимися детьми);

– интегрированное образование (специальные группы (классы) в общеобразовательных школах);

– дифференцированное образование (коррекционные (специальные) учреждения I-VIII вида);

– домашнее обучение (педагоги посещают обучающегося на дому).

Проанализировав все вышесказанное, можно говорить о том, что любая общеобразовательная организация, осуществляющая свою деятельность в условиях инклюзивного образования, должна опираться на модель школьного инклюзивного образования, которую данное учреждение может составлять индивидуально.

Результаты исследования и их обсуждение

При построении урока в классе с инклюзивным обучением следует придерживаться следующих правил.

1. Задания для обучающихся с ЗПР желательно выбирать с опорой на жизненный опыт.

2. Задания должны быть построены с учетом индивидуальной, дифференцированной работы на уроке.

3. Уроки должны быть направлены на развитие не только письменной, но и устной речи.

4. Каждый урок должен быть направлен на исправление недостатков психического развития обучающихся.

5. Учитель во время урока должен следить за темпом урока.

6. Домашнее задание должно быть дифференцированным и соответствовать уровню обучающегося с ЗПР, а также обязательно должно опираться на уже пройденный в течение урока материал.

Обобщая вышесказанное, отметим, что был разработан конструктор технологической карты урока «открытия» знаний (таблица), здесь и далее НРО – нормально развивающиеся обучающиеся.

Конструктор технологической карты урока «открытия» знаний

Цель этапа	Деятельность учителя	Деятельность НРО	Деятельность обучающегося с ЗПР	Время
ЭТАП МОТИВАЦИИ				
Выработка внутренней готовности выполнения нормативных требований учебной деятельности	Учитель использует различные приемы деятельности обучающихся	Предлагают свои варианты ответа на заданный учителем вопрос	По желанию может участвовать в опросе. Если у ребенка желания нет, не нужно его заставлять	2 мин
ЭТАП АКТУАЛИЗАЦИИ				
Воспроизвести и зафиксировать знания, умения и навыки, достаточные для построения нового способа действий, активизировать соответствующие мыслительные операции и познавательные процессы	Включает на слайде эталон для самопроверки домашнего задания НРО, проверяет домашнее задание ребенка с ЗПР, обсуждает ошибки, помогает исправить недочеты	Выполняют проверку домашнего задания по эталону	Обсуждают домашнее задание с учителем, выявляют затруднения	5 мин
ЭТАП ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАТРУДНЕНИЙ				
Организовать анализ учащимися возникшей ситуации и на этой основе выявить места и причины затруднения, осознать то, в чем именно состоит недостаточность их знаний, умений или способностей	Учитель дает возможность каждому из учащихся самостоятельно выявить затруднения, далее после небольшой проверки НРО примерно минуты 3 работает с учащимся с ЗПР	Работа в парах для НРО, необязательно делить на пары только по способностям, можно выбрать учеников примерно одинакового уровня, чтобы они постарались вместе выйти из проблемной ситуации	После выявления проблемы преимущественно работа вместе с учителем, проговаривание вслух выявленных затруднений	6 мин
ЭТАП ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТА ВЫХОДА ИЗ ЗАТРУДНЕНИЯ				
Сформулировать конкретную цель своих учебных действий, устраняющих причину возникшего затруднения	Учитель наводящими вопросами помогает учащемуся с ЗПР построить правильный проект выхода из затруднения, во время того как НРО готовят свои проекты самостоятельно – 5 мин. Оставшиеся 3 минуты выслушивает выступление НРО и вносит коррективы при необходимости	Делятся на группы с похожими проблемами, совместно составляют проект выхода из затруднения, краткое выступление со своим проектом у доски	Учитель руководит с помощью подводящего диалога сформулировать, какие знания им нужны и чему нужно научиться. (5 минут). Слушает выступление учащихся	8 мин
РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕННОГО ПРОЕКТА				
Построение учащимися нового способа действий и формирование умений его применять как при решении задачи, вызвавшей затруднение, так и при решении задач такого класса или типа вообще	Контролирует процесс выполнения построенного проекта, оказывает помощь по мере необходимости. Учитель наводящими вопросами может помогать учащимся с ЗПР	Работают по созданному проекту в группах, в парах или индивидуально (могут выбрать форму организации, выбирают самостоятельно)	Работают по составленному плану, учитель время от времени проверяет правильность выполнения построенного проекта	5 мин

Окончание табл.

Цель этапа	Деятельность учителя	Деятельность НРО	Деятельность обучающегося с ЗПР	Время
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА С САМОПРОВЕРКОЙ ПО ЭТАЛОНУ				
Применение нового знания в типовых заданиях. Создать (по возможности) ситуацию успеха для каждого учащегося, допустившего ошибки, предоставить возможность выявления причин ошибок и их исправления	Контролирует выполнение заданий, выборочно проводит проверку. Учитель время от времени проверяет правильность выполнения задания учащихся с ЗПР и при необходимости помогает делать самопроверку	Выполняют самостоятельную работу по карточкам с самопроверкой по эталону	Учащиеся с ЗПР могут решать номера из учебника или примеры по заранее подготовленным карточкам. Правильность решения проверяют, сравнивая с эталоном	4-5 мин
ЭТАП ВКЛЮЧЕНИЯ В СИСТЕМУ ЗНАНИЙ И ПОВТОРЕНИЯ				
Повторение и закрепление ранее изученного и подготовка к изучению следующих разделов курса, выявление границы применимости нового знания и использование его в системе изученных ранее знаний, повторение учебного содержания, необходимого для обеспечения содержательной непрерывности, включение нового способа действий в систему знаний	Если нужно, помогает составить опорные конспекты, выделяет, на что особенно нужно обратить внимание. Помогает учащемуся с ЗПР определять оставшиеся затруднения и проблемы, а также задает ему домашнюю работу (если нужно, дает подробное объяснение)	НРО составляют свои собственные опорные конспекты по пройденному материалу	С помощью учителя определяют оставшиеся затруднения и проблемы. По окончании учащийся с ЗПР может покинуть урок	10 мин
ЭТАП РЕФЛЕКСИИ И ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ УРОКА				
Самооценка учащимися результатов своей учебной деятельности, осознание метода построения и границ применения нового способа действия	Подводит итог урока, выставляет оценки в дневники и в журнал, помогает проводить самооценку результатов деятельности с учащимися	Оценивают свою работу на уроке, определяют оставшиеся затруднения и проблемы, определяют свои действия по устранению пробелов		4-5 мин

Первый этап мотивации может быть применим к любому типу урока, данный этап является общим для всех категорий учащихся. Этап мотивации проводят обычно после организационных моментов, таких как приветствие, проверка готовности к уроку, выяснение причин опоздания или пропуска уроков и т.д. На данный этап отводится 2-3 минуты. Для реализации цели этапа необходимо создать условия для возникновения внутренней потребности включения в деятельность («хочу»), актуализировать требования к ученику со стороны учебной деятельности («надо»), установить тематические рамки учебной деятельности («могу»).

Этап актуализации знаний учащихся с ЗПР напрямую зависит от этапа актуализации нормально развивающихся детей и на-

оборот. Здесь может быть огромное количество различных вариантов. Например, если НРО выполняют проверку домашнего задания по эталону, указанному на слайде, у учителя появляется возможность проверить домашнее задание индивидуально у учащегося с ЗПР. Либо если у НРО актуализация знаний должна пройти со всеобщим обсуждением, тогда учащийся с ЗПР получает свой эталон для проверки своего домашнего задания, и так далее. На данном этапе очень важно хорошо продумать эту взаимосвязь и сделать так, чтобы у учителя было время для обеих групп учащихся.

На этапе выявления затруднений хорошо применима работа в парах НРО, а в это время учитель может отработать данный этап с учащимся с ЗПР. Здесь также

очень много вариантов проведения данного этапа и различных приемов, таких как составление алгоритма или схемы, заполнение частично пустой таблицы, расшифровка заданной схематической записи и проговаривание вслух словесной формулировки и т.п.

Этап построения проекта выхода из затруднения в принципе также можно объединить для обеих групп обучающихся, единственное условие – это то, что проект выхода из затруднения для учащегося с ЗПР должен строиться с помощью учителя. Учитель подводит диалог к тому, о чем дети не могут рассказать в силу незнания или в силу того, что не могут достаточно полно обосновать свои действия.

И тут может возникнуть вопрос, как при этом не обделить вниманием группу НРО. Данное затруднение можно решить за счет того, что учащиеся с ЗПР посещают не все уроки с НРО. То есть у учителя появляется возможность на традиционном (не инклюзивном) уроке объяснить НРО, как составлять такой план, научить их проговаривать этапы составления данного плана и в конце данного этапа всем классом обсудить шаги построенных проектов.

Далее на этапе реализации построенного проекта учитель уделяет внимание выборочно всему классу, обсуждает затруднения, если они возникают у каких-либо учеников. На данном этапе учитель только контролирует работу, не забывая уделять внимание сильным учащимся и учащимся с задержкой психического развития. Для проведения данного этапа можно применить приемы интерактивного обучения или организовать работу в парах сменного состава, например, обучающимся предлагается подумать и каждому написать по 3 слова, относящихся к теме урока, затем после обсуждения в парах из 6 слов отобрать 3 и огласить их классу.

Далее следует этап самостоятельной работы с самопроверкой по эталону. На данном этапе учащийся с ЗПР сам определяет, сколько заданий он может выполнить. Во время проведения данного этапа можно использовать такие методические приемы, как «Цифровой диктант», «Тренировочная контрольная работа», «Блиц-контрольная».

Этап включения в систему знаний и повторения, и этап рефлексии являются заключительными для учащегося с ЗПР, он может встать и покинуть урок, не нарушая при этом образовательный процесс, при этом учитель не имеет права задерживать ученика дольше положенного времени. Нормально развивающиеся учащиеся продолжают. На первых уроках момент, когда учащийся с ЗПР покидает класс, может вы-

звать непонимание со стороны НРО, этот момент учитель должен максимально корректно объяснить учащимся. Со временем это войдет в норму, и не придется каждый раз заострять на этом внимание. На данном этапе у учителя появляется возможность еще раз обсудить пройденную тему, проверить остаточные знания, полностью ли усвоена тема и т.д.

Разработанный конструктор может быть применен к любому уроку, его можно дополнять собственными наработками, дидактическими материалами. Когда есть основа, на которую можно опираться, становится проще построить урок и учесть нюансы. Как отмечает Н.А. Абрамова, «крайне важен высокий профессиональный уровень педагогов, работающих с детьми с ЗПР, и педагогов-психологов. Постоянное самосовершенствование и повышение своего мастерства – неотъемлемая часть работы. Изучение новых методик, методических приемов, разработка новых форм работы на уроке, использование интересного дидактического материала и применение всего этого на практике поможет педагогу сделать учебный процесс более интересным и продуктивным» [5].

Следует отметить, что основной задачей учителя является создание благоприятной атмосферы на уроке, поэтому целесообразно проводить беседы с нормально развивающимися обучающимися о пользе их участия в обучающем процессе ребенка с задержкой психического развития.

Выводы

Проведя эксперимент, можно говорить о том, что уроки, проводимые в классе с инклюзивным обучением, вести достаточно сложно. Каждый урок имел свои небольшие нюансы, поэтому учителю необходимо было каждый урок подстраиваться под ситуацию, постоянно быть мобильным, реагировать на малейшие признаки переутомления у детей, имеющих диагноз ЗПР. Использование песочных часов во время проведения таких уроков было принято с интересом даже у нормально развивающихся детей. Благодаря данному приему обучающиеся, имеющие диагноз ЗПР, смогли научиться быть более самостоятельными, контролировать себя и быть более сосредоточенными на уроке. Также для создания ситуации успеха на уроке обучающегося с задержкой психического развития обязательно нужно похвалить, даже если обучающийся набрал невысокие баллы. Очень часто дети с ЗПР очень старательны, и задача учителя – все время эту особенность поведения поддерживать.

Список литературы

1. Митчелл Д. Эффективные педагогические технологии специального и инклюзивного образования (Использование научно-обоснованных стратегий обучения в инклюзивном образовательном пространстве). М.: РООИ «Перспектива», 2011. С. 15.
2. Дмитриев А.А. Инклюзивное образование детей с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью: учеб. пособие. М.: ИИУ МГОУ, 2017. 260 с.
3. Ахметова Д.З. Подходы к внедрению инклюзивного образования с учетом обеспечения преемственности различных уровней образовательной системы: материалы Второй международной научно-практической конференции (Казань, 20-21 марта 2014 года). Казань: Познание, ИЭ УП, 2014. С. 6.
4. Иванов А.В. Технологии психолого-педагогической работы с родителями детей с ОВЗ: учеб. пособ. М.: Перо, 2019. 111 с.
5. Абрамова Н.А., Кадровое обеспечение Республики Саха (Якутия) педагогами для реализации инклюзивного образования // Мир образования – образование в мире. 2015. № 2 (58). С. 161-169.

УДК 378:37.026.7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕДАГОГА-МАТЕМАТИКА

Одинцова Л.А., Бронникова Л.М., Афонина М.В.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: lubo.odintsova@yandex.ru

В настоящей статье описан процесс проектирования магистерской программы по направлению «Педагогическое образование» с использованием идеи перехода от цели к содержанию. В качестве методологической базы при этом выступают основные положения компетентностного и системного подходов в педагогическом образовании, теории деятельности и развития личности, теории усвоения знаний и способов деятельности, идеи проектирования образовательного процесса в идеологии обратного дизайна, концепции самообразования, идеи гармонизации теоретической и практической составляющих подготовки специалистов для сферы математического образования. Ориентиром в проектировании магистерской программы служат принципы: научности, доступности, деятельности, профессионально-педагогической направленности, гармонизации теоретической и практической составляющей подготовки, последовательности и преемственности, управляемости. В силу того, что формирование магистерской программы идет от результата (подлежащих усвоению видов профессиональной деятельности и компетенций), содержание программы формируется в следующем порядке: 1) комплекс блоков и модулей, соответствующих формируемым видам профессиональной деятельности; 2) наполнение каждого модуля дисциплинами и практиками, на базе которых будут развиваться действия и операции, составляющие профессионально значимые виды деятельности. При этом выбор профессиональных компетенций в магистерских программах осуществляется с опорой на профессиональные стандарты «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования». Процесс проектирования на основе созданной концептуальной платформы проиллюстрирован на примере магистерской программы «Математическое образование и информационные технологии» по направлению «Педагогическое образование».

Ключевые слова: подготовка магистра, непрерывное образование, магистратура по направлению 44.04.01 «Педагогическое образование», проектирование учебного плана, компетенции

DESIGNING A MASTER'S PROGRAM IN THE SYSTEM OF LIFELONG EDUCATION TEACHER-MATHEMATICS

Odintsova L.A., Bronnikova L.M., Afonina M.V.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: lubo.odintsova@yandex.ru

This article describes the design process for a Master's program in Teacher Education using the idea of moving from purpose to content. At the same time, the main provisions of competence-based and systemic approaches in teacher education, the theory of activity and personality development, the theory of assimilation of knowledge and methods of activity, the idea of designing the educational process in the ideology of reverse design, the concept of self-education, the idea of harmonizing the theoretical and practical components of training specialists for the field of mathematical education. The guidelines in the design of the master's program are the principles of: scientific character, accessibility, activity, professional and pedagogical orientation, harmonization of the theoretical and practical components of training, consistency and continuity, controllability. Due to the fact that the formation of a master's program comes from the result (types of professional activities and competencies to be mastered), the content of the program is formed in the following order: 1) a complex of blocks and modules corresponding to the types of professional activities being formed; 2) filling each module with disciplines and practices, on the basis of which actions and operations that constitute professionally significant activities will be developed. At the same time, the choice of professional competencies in master's programs is carried out based on the professional standards "Teacher (pedagogical activity in the field of preschool, primary general, basic general, secondary general education) (educator, teacher)", "Teacher of vocational training, vocational education and additional vocational education". The design process based on the created conceptual platform is illustrated by the example of the master's program "Mathematical Education and Information Technologies" in the direction of "Pedagogical Education".

Keywords: master's training, continuing education, master's degree in the direction 44.04.01 "Pedagogical education", curriculum design, competencies

Система непрерывного образования России до настоящего времени не сформирована в полной мере, о чем свидетельствуют исследования М.В. Германа [1]. Важным звеном в ее развитии в различных направлениях образования становится конструирование и реализация сети магистерских об-

разовательных программ. Их содержание, выбор инструментария, его дидактического сопровождения должны способствовать созданию благоприятных условий для выбора каждым гражданином страны индивидуальной траектории профессионального самосовершенствования и переквалификации

(в случае необходимости), овладения навыками работы с огромным потоком информации, организации и управления собственной самообразовательной деятельностью.

Для выбора собственной траектории профессионального саморазвития и самосовершенствования человеку нужны не только познавательные способности в определенной области, но и умения и навыки анализировать, сравнивать, сопоставлять потребности общества, государства, свои потребности, желания и возможности, способности строить грамотные аргументированные умозаключения. Одной развитой познавательной деятельности здесь явно недостаточно: необходимо владеть еще и различными исследовательскими методами, нужно видеть ошибки в чужих и собственных рассуждениях, уметь их исправлять, корректировать свои действия.

Итак, чтобы подготовить будущих магистров к самостоятельной профессиональной деятельности в области математического образования, к включению в процесс непрерывного самообразования, саморазвития и самосовершенствования, необходимо не только познакомить его с особенностями содержания математического образования в классах и школах различного профиля, но и дать им возможность приобрести опыт организации образовательного математического процесса в таких классах и учебных заведениях. Иначе говоря, в проектируемых магистерских образовательных программах важно предусмотреть включение обучающихся в различные виды деятельности. ФГОС ВО реализации программ магистратуры по направлению «Педагогическое образование» [2, с. 4] допускает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности не только традиционных (педагогического и методического), но и других типов, например организационно-управленческого, научно-исследовательского. В то же время анализ множества магистерских программ, выставленных в интернете для привлечения обучающихся, свидетельствует о наличии программ с узким выбором видов деятельности, к которым готовятся выпускники, зачастую это только педагогический и методический. В итоговой государственной аттестации предусматривается написание и защита магистерской диссертации, а формирование научно-исследовательской деятельности отсутствует. Возникают вопросы: 1. Какой статус имеет в этом случае выпускная квалификационная работа? 2. Какие требования к ней предъявляются? В современных условиях формирование

магистерской программы следует начинать с постановки цели и выбора компетенций, формирование которых может обеспечить достижение поставленной цели. При выборе профессиональных компетенций авторы программ должны руководствоваться профессиональными стандартами: 1. «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [3] и 2. «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [4]. Только в названиях дисциплин учебного плана зачастую слабо прослеживается их профессиональная практическая направленность. Существенным недостатком проектирования таких программ является нарушение алгоритма «от цели к содержанию согласно парадигме компетентного подхода». Такую ошибку проектирования рабочих программ учебных дисциплин при реализации основных программ образовательного процесса в бакалавриате по направлению «Педагогическое образование» достаточно четко и глубоко осветил в своем исследовании М.В. Осипов [5].

Но, как видим, подобные ошибки формального подхода к созданию образовательных программ имеются и на уровне магистерской программы может повлечь за собой формализм в усвоении магистрантом знаний и способов деятельности в области формирования содержания математического образования, создании его методического сопровождения, организации и осуществлении исследовательской деятельности, создании диагностических материалов отслеживания качества математической подготовки обучающихся, реализации управления образовательным процессом. Что, в свою очередь, сократит возможность самого выпускника в реализации постоянного личностного развития и творческого совершенствования. Таким образом, возникает необходимость профилактики появления ошибок подобного рода при формировании магистерских программ по направлению «Педагогическое образование».

Целями настоящего исследования являются:

1. Выявление методологической базы разработки магистерской программы по направлению «Педагогическое образование», профиль – Математика;
2. Проектирование на основе созданной концептуальной платформы магистерской программы «Математическое образование и информационные технологии».

Материалы и методы исследования

Концептуальная платформа настоящего исследования базируется на основных положениях:

- компетентностного, системного методологических подходов в педагогическом образовании, разработанных соответственно в трудах И.А. Зимней [6] и В.А. Хуторского [7], Т.И. Шамоной [8];

- теории деятельности и развития личности, развитой в монографии А.Н. Леонтьева [9];

- теории усвоения знаний и способов деятельности, получившей развитие в работах М.С. Кагана, Т.И. Шамоной [10];

- идеи проектирования образовательного процесса в идеологии обратного дизайна, нашедшей отражение в работе М.В. Осипова [5];

- концепции самообразования, изложенной в работе И.Ф. Медведева [11];

- идеи гармонизации теоретической и практической составляющих подготовки специалистов для сферы математического образования, высказанной Г.И. Саранцевым [12].

Следуя воззрениям И.А. Зимней [6] и В.А. Хуторского [7], в настоящей статье разделяем понятия компетенции и компетентности, считая, что компетентность есть совокупность сформированных качеств (заложенных в характеристике соответствующей компетенции), владение которыми позволяет свободно и творчески выполнять профессиональную деятельность.

В структуре любой компетенции выделяем три основные составляющие: когнитивную (предметные знания и знания о видах деятельности, подлежащие освоению), деятельностную (универсальные действия, способы их выполнения или операции, образующие деятельность), личностно значимую (осознание важности освоения компетенции для личностного развития и овладения профессиональным опытом). Выбор указанных составляющих компетенции базируется на выделенной А.Н. Леонтьевым [9] структуре деятельности, состоящей из цепочек действий, выполняемых при помощи определенного способа или приема, при этом одна и та же совокупность действий, выполненных в различном порядке или при помощи различных способов, может привести к выполнению различных видов деятельности. Такой выбор составляющих компетенции позволяет легко сформулировать их индикаторы, выделить уровни сформированности компетенций, а значит, и уровень эффективности функционирования разработанной магистерской программы.

В силу того, что формирование магистерской программы идет от результата (подлежащих усвоению видов профессиональной деятельности и компетенций), то и комплектование содержания обучения должно строиться из содержания и структуры компетенций выделенных видов деятельности. Проанализировав когнитивные составляющие всех компетенций, выделяем подлежащие усвоению знания (математические, педагогические, методические, управленческие и др.). Анализ деятельностных составляющих компетенций позволяет составить комплекс универсальных учебных действий, приемов и способов их выполнения. А различные их сочетания и образование цепочек дают возможность формировать необходимые виды профессиональной деятельности. Далее легко комплектуется содержательный компонент программы: сначала комплекс блоков и модулей, соответствующие формируемым видам профессиональной деятельности, затем наполнение каждого модуля дисциплинами и практиками, на базе которых будут развиваться действия и операции, составляющие профессионально значимые виды деятельности.

Основные методы, используемые в данном исследовании: анализ и синтез результатов изучения литературных источников, составивших его теоретическую базу, педагогическое проектирование. С опорой на воззрения М.В. Кларина [13], под проектированием понимаем процесс создания проекта, т.е. прообраза предполагаемого объекта, предшествующего воплощению задуманного в реальном продукте. На основе анализа многих трактовок педагогического проекта пришли к пониманию его как комплекса взаимосвязанных шагов, обеспечивающих создание, распространение или внедрение новшеств в области содержания образования, образовательных технологий, технологий управления, образовательной диагностики и т.п., обеспечивающих достижение строго регламентированных качеств результата. Далее перейдем к описанию процесса проектирования магистерской программы.

Результаты исследования и их обсуждение

Используя имеющийся опыт создания педагогических проектов, в процессе проектирования магистерской программы, завершающей подготовку выпускников к самостоятельному планированию, организации и корректированию послевузовского непрерывного образования, выделим следующие три этапа: 1. Моделирование. Это этап возникновения общей идеи создания

магистерской программы (МП) – некоторой педагогической системы, определение всех составляющих ее элементов, установление их функционального назначения и взаимосвязей. Иначе говоря, формирование модели МП в самом общем виде; 2. Проектирование. На этом этапе создается подробная схема проектируемого объекта; 3. Конструирование. Осуществляется детальная разработка схемы МП.

Главным ориентиром в процессе проектирования МП будут являться принципы ее формирования, в качестве которых выберем следующие положения:

- научности. Содержание, информационное и дидактическое обеспечение должны соответствовать современному уровню развития математики, информатики, педагогики, методики, технологизации и информатизации образовательного процесса;

- доступности. Используемые формы, методы и средства должны быть доступны каждому обучающемуся и способствовать активному включению в образовательную деятельность, обеспечивать оперативную обратную связь с преподавателем;

- деятельности. Овладение компетенциями, способами деятельности должно осуществляться в процессе выполнения соответствующих видов деятельности, реализации их регулярного контроля и коррекции;

- профессионально-педагогической направленности информации, приемов и способов деятельности для усиления практической ориентации образовательного процесса;

- гармонизации теоретической и практической составляющей подготовки магистранта. Изложение любого математического предложения должно сопровождаться конкретными примерами их использования в доказательствах утверждений и решении задач; а любое доказательство и решение задач – аргументацией приводимых утверждений;

- последовательности и преемственности формирования всех видов профессиональной деятельности, заявленных в целевом блоке. Выполняя какие-либо действия, выбирая способы их реализации, важно обращать внимание обучающихся на возможность использования их при изучении других дисциплин и в практической деятельности;

- управляемости образовательного процесса. Сформировать навык самоуправления можно при условии иллюстрации каждым преподавателем на занятиях и практиках реализации управленческого цикла (анализ, планирование, реализация, коррекция).

Выполнение этапа моделирования начинается с внимательного изучения и анализа всех государственных стандартов, регламентирующих подготовку специалистов для сферы образования соответствующего направления и профиля, в результате которого появляется схема-набросок модели, состоящая из компонентов:

1. Цели функционирования модели;

2. Государственные стандарты:

- 1) ФГОС ВО по направлению «Педагогическое образование» – уровень магистратуры [2];

- 2) профессиональные стандарты «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [3] и «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [4], регламентирующие деятельность педагогов-профессионалов в учебных заведениях различного профиля;

3. Комплекс видов профессиональной деятельности, которыми будут овладевать обучающиеся по проектируемой МП;

4. Комплекс компетенций, овладение которыми будет свидетельствовать о профессиональной компетентности выпускника;

5. Учебные модули, на которые можно разбить все содержание программы, направленное на формирование всех компетенций, выделенных на основании требований государственных стандартов.

Дальнейшая работа по созданию модели сводится к уточнению комплекса видов деятельности и компетенций, подлежащих формированию в ходе реализации МП, выделению системы учебных модулей, направленных на развитие различных видов профессиональной или инновационной деятельности, возникающих в ходе их сочетания, модификации, использования современных технологий организации учебной деятельности. Приведем пример модели конкретной магистерской программы.

Первым в приведенной модели является компонент «Стандарты», вторым – «Виды деятельности», выделенные для проектируемой программы, третьим (в результате анализа всех требований к содержанию, организации, реализации и качеству подготовки специалистов для сферы математического образования выбранного профиля и уровня) – «Компетенции», представляющий комплекс компетенций, необходимых для развития выделенных видов профессиональной деятельности.

Модель магистерской программы
«Математическое образование и информационные технологии»

Цель: создание условий для продуктивного освоения сущностью и овладения приемами и опытом осуществления основных видов профессиональной деятельности (педагогическим, методическим, исследовательским, управленческим) в сфере математического образования

Комплексные модули	Виды деятельности	Стандарты	Компетенции
Организация образовательного процесса	Управленческий	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития управленческой деятельности магистрантов
Методологические основы науки и образования	Исследовательский	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития исследовательской деятельности магистрантов
Профессиональная коммуникация	Педагогический	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития педагогической деятельности магистрантов
Современные технологии математического образования	Педагогический Методический	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития педагогической и методической деятельности магистрантов
Дидактическое сопровождение математического образования	Методический Педагогический	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития педагогической и методической деятельности магистрантов
Производственная практика: преддипломная практика; производственная практика: научно-исследовательская работа	Методический Исследовательский Управленческий Педагогический	ФГОС ВО [2], Стандарты «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития методической, исследовательской, управленческой педагогической деятельности магистрантов
Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Методический Педагогический Исследовательский	ФГОС ВО [2], Стандарт «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4].	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития методической, исследовательской, педагогической деятельности магистрантов
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	Управленческий Методический Педагогический Исследовательский	ФГОС ВО [2], Стандарт «Педагог» [3], «Педагог проф. обуч.» [4]	Выборка 1) комплекса универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО [2]; 2) комплекса профессиональных компетенций, выявленных из стандартов [3] и [4] для развития методической, исследовательской, управленческой педагогической деятельности магистрантов

Затем весь комплекс компетенций разбивается на группы (для удобства формирования различных действий и комплектования из них типов профессиональной деятельности), позволяющие создать модули учебных дисциплин, при изучении которых осуществляется формирование легко сочетаемой совокупности типов профессиональной деятельности.

Приведем примеры профессиональных компетенций, служащих основой формирования профессионально-педагогических видов деятельности, развивающих способности: проектировать и формировать образовательную среду в соответствии с направленностью образовательной программы; осуществлять научно-исследовательскую деятельность в рамках выбранной проблематики; разрабатывать и осуществлять методическое сопровождение образовательного процесса; эффективно управлять образовательной системой, обеспечивая ее стабильное развитие (выбраны из профессиональных стандартов [3, 4]). Несмотря на громоздкость иллюстрации, приведенные примеры выбора компетенций красноречиво показывают важность включения профессиональных компетенций в основу приобретения профессионального опыта магистрантами.

Созданная модель служит основой для выполнения второго проективного этапа, на котором:

1) выделенные учебные модули наполняются комплексами учебных дисциплин и различного рода практик, содержание которых, используемые методы, средства и технологии направлены на овладение видами профессиональной деятельности, обозначенными в названиях модулей;

2) разрабатывается критериальный аппарат сформированности видов деятельности, обозначенных в цели;

3) прогнозируется последовательность изучения дисциплин и прохождения практик с опорой на принцип преемственности, планируются контрольно-оценочные мероприятия;

4) создается ряд документов регламентирующих организацию образовательного процесса с использованием создаваемой МП.

Еще один пример – комплекс дисциплин учебного модуля «Современные технологии математического образования»:

1. Современные предметные педагогические технологии в математическом образовании;

2. Проектирование и реализация дидактических и цифровых образовательных ресурсов;

3. Современные методы математической обработки экспериментальных данных;

4. Технологии и методики дистанционного обучения;

5. Технологии и методики обучения математике в профильной школе. Дисциплины по выбору этого модуля: 1. Инновационные технологии преподавания математики в высшей школе; 2. Технологии и методики обучения математике в учреждениях СПО; 3. Стандарты и технологии демозамена; 4. Платформы онлайн обучения и MOOC.

Для создания критериального аппарата эффективности использования создаваемой программы формулируются индикаторы проявления компетенций, в которых должно быть отражено проявление каждой компоненты компетенции (когнитивной, деятельностной, личностно-значимой). Все индикаторы группируются в три группы, называемые критериями (когнитивным, деятельностным, личностно-значимым), соответственно выделенным компонентам компетенций с восемью индикаторами каждый.

Последним этапом проектирования является дальнейшая конкретизация каждого документа, полученного на этапе проектирования, путем привязывания к конкретным условиям реализации создаваемого проекта. В состав выполненного проекта входит достаточно много документов, раскрывающих его назначение, нормативные документы реализации, характеристики профессиональной деятельности выпускника, структуры и содержания программы, планируемые результаты ее освоения, условия, обеспечивающие успешность реализации программы.

Созданный проект магистерской программы «Математическое образование и информационные технологии», ориентированный на подготовку выпускников к реализации непрерывного математического образования, был обсужден на заседаниях кафедры математики и методики обучения математике и УНИЛ «Дидактическое обеспечение развития непрерывного математического образования» АлтГПУ и рекомендован к внедрению в образовательный процесс.

Заключение

Проектирование магистерской программы, ориентированной на подготовку выпускника к реализации послевузовского образования, основанное на идеологии обратного дизайна (исходя из конечного результата), позволяет последовательно выяснить: подлежащие овладению виды де-

тельности по заданной программе; систему компетенций, способствующих их развитию. Выделение в структуре компетенции трех основных компонент (когнитивной, деятельностной и личностно-значимой) способствует выяснению всей системы знаний из математики, информатики, педагогики, составляющих теоретическую основу формирования профессиональной деятельности, созданию методологических, методических и технологических основ развития необходимых профессиональных видов деятельности, осуществлению мотивации их развития. Опора на выдвинутые принципы позволяет укомплектовать систему учебных модулей дисциплинами и практиками, гармонично сочетающими теоретическую, практическую и личностную составляющие подготовки специалиста в сфере математического образования. Формируемые в них знания, способы деятельности дополняют и способствуют развитию друг друга.

Список литературы

1. Герман М.В. Непрерывное образование: эволюция развития, объективная реальность // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 2 (18). С. 147–154.
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2018 г. № 126 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование». URL: (дата обращения 21.05.2021).
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н «Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70435556/> (дата обращения: 21.05.2021).
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н «Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201509280022> (дата обращения: 21.05.2021).
5. Осипов М.В. Проектирование образовательного процесса в идеологии обратного дизайна // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19488> (дата обращения: 21.05.2021).
6. Зимняя И.А. Компетентность и компетентность в контексте компетентного подхода в образовании // Ученые записки национального общества прикладной лингвистики. 2013. № 4 (4). С. 16–31.
7. Хуторской А.В. Методологические основания применения компетентного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12. С. 85–91.
8. Шамова Т.И., Третьяков П.И., Капустин Н.П. Управление образовательными системами: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Т.И. Шамовой. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 384 с.
9. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Смысл, 2005. 431 с.
10. Шамова Т.И. Педагогические технологии: что это такое и как их использовать в школе. Москва – Тюмень: ИНЦПИ «Тюмень», 1994. 288 с.
11. Медведев И.Ф. Концепция самообразования: основные понятия и структура // Образование и наука. 2012. № 2. С. 32–42.
12. Саранцев Г.И. Гармонизация профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» // Интеграция образования. 2016. Т. 20. № 2. С. 211–219. DOI: 10.15.50711991-9468.083.020.201602.211-219.
13. Кларин М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии (Анализ зарубежного опыта). Рига: НПЦ «Эксперимент», 1995. 146 с.

УДК 378:372.851

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МАТЕМАТИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Сарванова Ж.А., Кочетова И.В., Кирсанова А.А.

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: sarvan@yandex.ru*

В статье выявлена роль современных образовательных технологий в становлении методической компетентности студентов математических профилей – будущих учителей математики. Выявлено содержание образовательных технологий, обоснована необходимость их использования для формирования различных профессиональных умений и качеств будущего специалиста. Показана важность демонстрации преподавателем тех видов деятельности, которые являются эффективными в обучении учащихся математике с использованием различных технологий обучения. Отмечено, что современные образовательные технологии предполагают использование в учебном процессе специально разработанных заданий, приемов, методов, позволяющих организовать интерактивное методическое взаимодействие, познавательную деятельность по постановке и решению методических задач. Авторами охарактеризованы различные виды образовательных технологий и отмечена необходимость их применения для достижения целей изучения методических дисциплин, в частности одной из основных – методики обучения математике. В статье приведены различные методические приемы, позволяющие осуществлять обучение на основе технологии сотрудничества, проектной, модульной, интерактивной технологий. Выявлено, что актуальными в настоящее время являются дистанционные технологии. Отмечено, что использование предлагаемых технологий не только обуславливает овладение содержанием курса, но и способствует формированию профессиональных компетенций обучающихся как основы становления методической компетентности.

Ключевые слова: современные образовательные технологии, методическая компетентность, методические знания, умения, средства, формы и методы обучения, методика обучения математике

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF METHODOLOGICAL COMPETENCE OF MATHEMATICS STUDENTS OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Sarvanova Zh.A., Kochetova I.V., Kirsanova A.A.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev, Saransk, e-mail: sarvan@yandex.ru

The article reveals the role of modern educational technologies in the formation of methodological competence of students of mathematical profiles and future teachers of mathematics. The content of educational technologies is revealed, the necessity of their use for the formation of various professional skills and qualities of the future specialist is justified. The importance of demonstrating by the teacher those types of activities that are effective in teaching students mathematics using various learning technologies is shown. It is noted that modern educational technologies involve the use of specially developed tasks, techniques, and methods in the educational process that allow organizing interactive methodological interaction, cognitive activities for setting and solving methodological problems. The authors describe various types of educational technologies and note their need to achieve the goals of studying methodological disciplines, in particular, one of the main methods of teaching mathematics. The article presents various methodological techniques that allow you to carry out training based on the technology of cooperation, project, modular, interactive technologies. It is revealed that remote technologies are currently relevant. It is noted that the use of the proposed technologies determines not only the mastery of the course content, but also contributes to the formation of professional competencies of students as the basis for the formation of methodological competence.

Keywords: modern educational technologies, methodological competence, methodological knowledge, skills, means, forms and methods of teaching, methods of teaching mathematics

Современное общество нуждается в компетентных педагогах, которые обладают методическими и предметными компетенциями, имеют успешный опыт применения профессиональных знаний и умений, обладают необходимыми для учителя личностными качествами, готовы и способны грамотно разрешать педагогические ситуации. Так, в последнее время школы остро нуждаются в учителях математики, владеющих различными

образовательными технологиями, компетентных в формировании математического мышления школьников, стремящихся развивать творчество на уроках математики и вне их. Становление и развитие указанных знаний и способностей будущих педагогов начинаются в стенах вуза. Поэтому профессиональная подготовка студентов-математиков педагогических вузов должна соответствовать требованиям стандартов, удовлетворять запросы общества [1].

Огромное значение для формирования и развития названных педагогических компетенций студентов-математиков имеет методическая подготовка. Основной целью такой подготовки является формирование компетенций в области проектирования процесса обучения для достижения различных образовательных целей [2]. В частности, студенты должны научиться разрабатывать методические задания, приемы работы с ними. Будущие учителя должны овладеть умениями организовывать познавательную, исследовательскую, творческую деятельность учащихся. Поэтому проблема поиска путей, средств, методов, эффективных образовательных технологий для становления методической компетентности студентов является актуальной.

Результатом обучения студентов математических профилей по образовательным программам высшего образования педагогического вуза является становление методической компетентности как базы профессиональной компетентности учителя математики. Методическая компетентность – «интегративная характеристика учителя, признаками которой является усвоенная совокупность знаний, умений, опыта ценностных отношений и творчества, а также личностные качества, предопределяющие способность к методической деятельности в направлении достижения учащимися планируемых результатов – предметных, метапредметных и личностных. Базисом, на котором строится эта компетентность будущего учителя математики, является совокупность методологических, математических, методических и технологических знаний, умений, опыта, профессионально значимых качеств личности» [3, с. 385]. Ее формирование происходит не сразу, и начинается оно в вузе, в процессе изучения математических, методических дисциплин, при прохождении студентами педагогических и производственных практик. Конечно, в дальнейшем методическая компетентность педагога сформируется на более высоком уровне в период его профессиональной деятельности.

В период обучения в вузе особая роль в формировании методической компетенции студентов отводится курсу «Методика обучения математике». Для эффективного достижения образовательных результатов, формирования методической компетентности студентов педвузов целесообразно использовать определенные образовательные технологии.

Цель исследования: выявить эффективные образовательные технологии обучения, способствующие формированию методиче-

ской компетентности студентов-математиков педвуза.

Материал и методы исследования

Для изучения особенностей использования образовательных технологий в обучении студентов, определения их эффективности исследование проводилось на физико-математическом факультете ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева». В исследовательском процессе были задействованы теоретические методы (изучение и анализ научно-методической, учебной литературы). Использовались и эмпирические методы – наблюдение за учебной деятельностью студентов, профессиональной деятельностью преподавателей, проводились опросы указанного контингента. Исследование базировалось на данных, полученных авторами в результате апробации разработанных приемов и средств обучения студентов физико-математического факультета на лекционных и практических занятиях дисциплины «Методика обучения математике». Для характеристики содержания обучения на основе использования образовательных технологий, выявления оптимальных путей его реализации в контексте методической подготовки студентов использовались деятельностный, компетентностный, технологический подходы [4].

Материалы статьи могут быть использованы преподавателями методических дисциплин педвузов, обладают практической значимостью, позволят реализовать профессиональную направленность обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

Возникновение понятий «педагогические технологии», «технологии обучения», «образовательные технологии» связано с технологизацией процесса обучения. Технологический подход к обучению предполагает выстраивание и осуществление педагогической деятельности, направленной на достижение образовательных результатов, предусмотренных стандартами. Педагогические технологии призваны оптимизировать функционирование педагогических систем, составными частями которых являются образовательные программы. Образовательные же технологии способствуют реализации определенных образовательных программ [5].

В данной работе мы будем рассматривать наиболее актуальные образовательные технологии обучения, основанные на активизации и интенсификации деятельности

обучающихся, позволяющих в большей степени учесть особенности содержания дисциплины «Методика обучения математике», и способствующие профессиональной направленности обучения студентов педвуза [6].

Наиболее эффективными в этом плане являются технологии проблемного обучения. Их применение в образовательном процессе обусловлено наличием противоречий между теорией обучения математике и практикой обучения, служащими источником движения и развития методической деятельности студентов. Конечно, проблемный характер должны носить и читаемые лекции, и проводимые практические занятия. Выявленные в процессе занятий проблемы студенты разрешают, в том числе, в процессе написания курсовой работы по дисциплине «Методика обучения математике» и продолжают исследования при выполнении выпускной квалификационной работы.

Развивать самостоятельность студентов, формировать умения планировать и производить самооценку изученного позволяет использование технологии модульного обучения [7]. Содержание курса методики обучения математике разбивается на модули, изучение каждого из которых заканчивается контролем. В модуле предлагается самостоятельное изучение теоретических основ методики обучения конкретным дидактическим единицам, методики изучения определенных тем школьного курса математики. Далее предлагаются методические рекомендации для выполнения практических заданий, связанных с разработкой содержания уроков математики. Заканчивается изучение модуля проверкой выполненных заданий, предполагающей презентацию и защиту выполненных заданий.

Так, например, изучая модуль «Технология обучения учащихся 5–6-х классов математическим правилам», студенты сначала изучают материалы лекций, методическую литературу, размещенную на сайтах электронных библиотек, научно-методические статьи по данному аспекту. Далее, пользуясь предложенными рекомендациями (приемами), они разрабатывают задания для уроков и самостоятельной познавательной деятельности школьников по изучению и применению математических правил. На следующем этапе студенты уже смогут конструировать уроки по изучению правил. Приведем пример таких рекомендаций для проектирования заданий для обучения учащихся правилам (алгоритмам) действий над числами.

1. Проводим анализ учебника математики: выясняем, как реализованы шаги по введению, усвоению и применению алгоритма.

2. Выделяем опорные знания и умения (анализируя способ решения задачи для выполнения изучаемой операции ранее известным способом, анализируя шаги алгоритма, учитывая его математическое обоснование).

3. Подбираем задачу, в которой имеется по две – три ситуации на выполнение изучаемой операции ранее известным способом (смотри пункт 2).

4. Подбираем задание, выполнение которого вызовет затруднение у учащихся (мотивация изучения правила).

5. Конструируем задание, систему вопросов для анализа полученных решений (записей) и подведения учащихся к формулировке алгоритма.

6. Подбираем или разрабатываем задания, включающие различные ситуации для усвоения шагов алгоритма.

7. Подбираем или разрабатываем задания на применение алгоритма в стандартных и нестандартных ситуациях.

Важным для формирования методической компетентности студентов является использование технологии сотрудничества, которая предполагает обучение в малых группах. Такое взаимодействие эффективно тогда, когда студенты только начинают выполнять анализ учебной литературы, технология применяется с целью выявления авторских подходов к изложению темы. Студенты учатся осуществлять поиск и разработку средств, необходимых для достижения определенных целей обучения математике. Эффективна такая работа и тогда, когда нужно обобщить полученные результаты.

Приведем пример задания, которое студенты выполняют в малых группах с использованием Google документов (рис. 1). Такое задание можно предложить для самостоятельного выполнения.

Так, перед тем как приступить к разработке методики решения уравнений в 5–6-х классах, студентам необходимо выполнить анализ предлагаемых учебников математики и выяснить, какие виды тождественных и равносильных преобразований вводятся в них. Каждая группа выполняет анализ определенного учебника математики. С опорой на такую таблицу студентам будет проще разработать методику решения уравнений, учитывая выявленную последовательность введения преобразований.

	A	B	C	D
1	Основные понятия и утверждения, вводимые при изучении преобразований (учебники математики 5-6 класс авторского коллектива: А.Г.Мерзляк, В.Б.Полонский, М. С.Якир)			
2		Преобразование	Равносильные	Тождественные
3		Приведение подобных слагаемых		6 кл
4				
5				

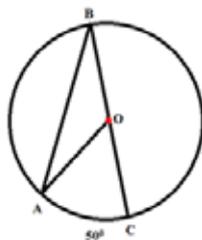
Рис. 1. Задание для совместной работы

Также неотъемлемым компонентом учебных занятий и внеаудиторной работы является применение интерактивной кейс-технологии, которая предполагает использование в обучении конкретных ситуаций, возникающих в методической деятельности учителя математики. В начале изучения курса методики обучения

математике, когда обучающиеся погружаются в методику формирования математических понятий, изучения теорем, решения задач, им можно предлагать так называемые кейсы [8]. В них содержатся описания фрагментов учебных занятий по математике. Пример такого кейса приведен на рисунке 2.

Ниже приводится фрагмент конспекта урока на тему «Теорема о вписанном угле».

Учитель: Разберем решение домашнего задания: «Найти угол ABC , вписанный в окружность с центром O , если $O \in BC$ и $\sphericalangle AOC = 50^\circ$ ».



Учитель: Укажите угол, связанный с дугой AC , зная который, вы нашли $\sphericalangle ABC$?

Ученики: Это угол $\sphericalangle AOC$.

Учитель: Чему он равен?

Ученики: По свойству центрального угла $\sphericalangle AOC = 50^\circ$.

Учитель: Каким является треугольник ABO ? Что Вы скажете о его сторонах?

Ученики: $\triangle ABO$ – равнобедренный, его стороны являются радиусами окружности).

Учитель: Как найдете величину искомого угла?

Ученики: $\sphericalangle AOC = 2 \sphericalangle ABO$ (свойство внешнего угла треугольника), откуда $\sphericalangle ABC = 25^\circ$.

Учитель: Сравните величину вписанного угла ABC с дугой AC и сделайте вывод.

Ученики: «Вписанный угол измеряется половиной дуги, на которую опирается».

Задание.

А. Какой из этапов работы с теоремой представлен в данном тексте? Обоснуйте ответ.

В. Укажите на каком этапе работы с теоремой также можно использовать данное упражнение? Ответ обоснуйте.

С. Сконструируйте следующий этап работы с теоремой на данном уроке.

Рис. 2. Кейс для обучения теоремам

Задача студентов – распознать, какой этап формирования понятия, изучения теоремы, решения задач представлен во фрагменте, выявить используемые учителем средства. На основе проведенного анализа студенты двигаются дальше и конструируют собственные задания. В этом случае им огромную помощь оказывает использование специальных приемов по составлению заданий.

Так, например, при конструировании заданий для формирования понятий используются частные и общие приемы. Приведем в качестве примера один из общих приемов составления упражнений для работы с содержанием понятия, состоящий из следующей последовательности действий.

1. Проведите логико-математический анализ определения понятия.

2. Выделите характеристические свойства понятия согласно определению, выявите логические связи между ними.

3. Составьте таблицу для подведения объектов под определение понятия.

4. Используйте частные приемы для составления упражнений.

На более поздних этапах изучения курса после проведенного анализа предложенных ситуаций студенты, опираясь на требования к содержательной составляющей урока, могут проектировать собственный фрагмент данного урока. Это является основой подготовки студентов к проектированию уроков математики, разработке технологических карт, что является признаком проектной технологии обучения.

Применение описанных выше технологий работы с заданиями с привлечением онлайн-сервисов, использованием кейсов, размещенных в созданном электронном курсе (например, в системе дистанционного обучения Moodle), использованием различных методических ресурсов образовательных сайтов является и признаком овладения информационно-коммуникативными технологиями, технологиями дистанционного обучения.

Заключение

Становление методической компетентности учителей математики начинается в стенах педагогического вуза. Важная роль в ее формировании принадлежит методическим дисциплинам, среди которых ведущее место занимает «Методика обучения математике».

Погружение студентов в методические ситуации, их анализ, разрешение педагогических проблем, проектирование технологий

обучения математическим понятиям, теоремам, решению задач, эвристикам происходит более эффективно, если используются современные образовательные технологии. Это, прежде всего, такие интерактивные технологии, как кейс-технология, технология сотрудничества. Формированию и развитию познавательной самостоятельности студентов способствуют дистанционные, проектные технологии и модульное обучение. Становлению методического мышления способствует применение технологии проблемного обучения. Как показывает практика, те технологии, которые используют преподаватели, студенты в последующем будут применять в своей профессиональной деятельности.

Статья выполнена в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов – партнеров по сетевому взаимодействию (Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет и Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме «Инновационные подходы к применению информационных технологий в обучении математике студентов педвуза».

Список литературы

1. Далингер В.А. Подготовка учителей математики в условиях новых государственных стандартов по направлению «Педагогическое образование», профиль «Математическое образование» // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26089> (дата обращения: 03.06.2021).
2. Дорофеев С.Н., Журавлева О.Н., Рыбина Т.М., Сарванова Ж.А. Формирование исследовательских компетенций учащихся на современном уроке математики // *Современные наукоемкие технологии*. 2018. № 10. С. 181-185.
3. Якупов М.А., Киселева А.И., Кахнович С.В., Белова Н.А. Технология формирования методической компетентности будущего учителя в педагогическом вузе // *Современные наукоемкие технологии*. 2019. № 11-2. С. 384-390.
4. Саранцев Г.И. Современные методы исследования в предметных методиках // *Педагогика*. 2015. № 6. С. 25-32.
5. Методика и технология обучения математике. Курс лекций / под научн. ред. Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой. М.: Дрофа, 2005. 416 с.
6. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. В 2 томах. Том 1. М.: Народное образование, 2005. 556 с.
7. Хайруллина Л.И., Зиннатуллина Г.Н. Интерактивные технологии обучения: преимущества модульной технологии в преподавании учебных дисциплин в вузе // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. № 6. С. 326-321.
8. Сарванова Ж.А., Кочетова И.В., Дорофеев С.Н., Порваткин А.В. Кейс-технологии в интерактивном обучении математическим дисциплинам студентов естественно-технических профилей // *Современные наукоемкие технологии*. 2019. № 12-1. С. 195-199.

УДК 796:378.6

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КУРСАНТОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МВД РОССИИ,
НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ БОЕВЫХ ПРИЕМОВ
БОРЬБЫ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ**

Славко А.Л., Пужаев В.В.

*Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва,
e-mail: slavko-a@mail.ru, puzhaev07@rambler.ru*

В научной статье поднимается проблема оптимизации учебно-тренировочного процесса на начальном этапе обучения курсантов образовательных организаций МВД России по дисциплине «Физическая подготовка» и определение физических качеств, необходимых для успешного овладения умениями и навыками выполнения приемов борьбы в экстремальных ситуациях. Выполнен анализ научной литературы, изложены мнения специалистов современных единоборств, приведены результаты научных исследований спортивных технологий, применяемых в спорте высших достижений. Выявлены принципы и методы развития физических качеств, необходимых для формирования умений и навыков выполнения приемов борьбы в экстремальных ситуациях. Предлагается начинать развитие физических качеств с выносливости с позиции учета последовательности адаптационных изменений. В основу методики развития силы берется силовая выносливость, ей уделяется особое внимание на начальном этапе подготовки. По мере развития выносливости в учебно-тренировочные занятия включаются упражнения, направленные на развитие максимальной силы. А на последующих этапах подготовки акцент смещается на развитие взрывной силы. В ходе проведенного исследования был сделан вывод, что при организации и планировании учебно-тренировочных занятий необходимо уделять больше внимания совершенствованию функциональных систем организма курсантов и разносторонняя физическая подготовка является залогом успешной учебной, спортивной деятельности.

Ключевые слова: физические качества, курсант, экстремальные ситуации, физическая подготовка, учебно-тренировочные занятия, боевые приемы борьбы, анаэробные и анаэробные процессы

**OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF FORMATION OF PHYSICAL
QUALITIES OF CADETS OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS
OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA,
NECESSARY FOR THE USE OF COMBAT TECHNIQUES
OF STRUGGLE AT THE INITIAL STAGE OF TRAINING**

Slavko A.L., Puzhaev V.V.

*Moscow University of the Ministry of the Interior of the Russian Federation named after V.Ya. Kikotya,
Moscow, e-mail: slavko-a@mail.ru, puzhaev07@rambler.ru*

The scientific article raises the problem of optimization of the educational process at the initial stage of training cadets of educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the discipline "Physical training" and the definition of physical qualities necessary for the successful mastering of skills and abilities to perform fighting techniques in extreme situations. The analysis of scientific literature is carried out, the opinions of modern martial arts specialists are presented, the results of scientific research of sports technologies used in elite sports are presented. The principles and methods of the development of physical qualities necessary for the formation of skills and abilities of performing wrestling techniques in extreme situations are revealed. It is proposed to start the development of physical quality with endurance from the position of taking into account the sequence of adaptive changes. The strength development methodology is based on strength endurance; special attention is paid to it at the initial stage of training. As endurance develops, training sessions include exercises aimed at developing maximum strength. And in the subsequent stages of preparation, the emphasis is shifted to the development of explosive strength. In the course of the study, it was concluded that when organizing and planning educational and training sessions, it is necessary to pay more attention to improving the functional systems of the cadets' body and versatile physical training is the key to successful educational, sports activities.

Keywords: physical qualities, cadet, extreme situations, physical fitness, training sessions, fighting techniques, anaerobic and anaerobic processes

Одной из основных задач, которые ставятся перед образовательными организациями МВД России, в частности перед преподавателями кафедры физической подготовки, является подготовка курсантов в довольно короткие сроки к несению службы по охране общественного порядка. Довольно часто в современных условиях сотрудникам по-

лиции приходится применять физическую силу.

Подготовка курсантов к успешному применению боевых приемов борьбы в экстремальных условиях требует не только психологической подготовки, но и высокого уровня владения техникой боевых приемов борьбы, так как, например, задержание

правонарушителя, как правило, происходит в эмоционально напряженной ситуации.

Выполнение элементов боевых приемов борьбы, которые включены в учебную программу дисциплины «Физическая подготовка» образовательных организаций МВД России, требует от курсантов развития определенных физических качеств.

Таким образом, возникает противоречие, которое заключается в необходимости формирования профессиональных компетенций по учебной дисциплине «Физическая подготовка», а в частности, развитие умений и навыков применения боевых приемов борьбы в довольно короткий срок, с одной стороны, и отсутствием инновационных педагогических технологий, направленных на оптимизацию учебно-воспитательного процесса, – с другой. Исходя из этого, научная проблема исследования состоит в построении и осуществлении оптимизации учебного процесса по дисциплине «Физическая подготовка», а в частности определение физических качеств и путей их развития в течение довольно короткого времени, до уровня, необходимого для успешного овладения умениями и навыками выполнения приемов борьбы на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России [1] у курсантов.

Объект исследования: конкретные учебные программы по дисциплине «Физическая подготовка» курсантов на начальном этапе (то есть первоначальная профессиональная подготовка) обучения в образовательных организациях МВД России.

Предметом исследования являются физические качества курсантов на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России и путей их развития до уровня, необходимого для успешного овладения умениями и навыками выполнения боевых приемов борьбы.

Цель нашего исследования – определение физических качеств, необходимых для успешного овладения умениями и навыками выполнения боевых приемов борьбы и пути развития их на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России у курсантов.

Материалы и методы исследования

В исследовании применялись такие методы, как сравнительный анализ, системный подход, анализ научно-учебной литературы, классификация и обобщение передового опыта, моделирование. При экспериментальной апробации педагогических технологий проводились анкетирование, интервью, экспертная оценка.

Научная новизна результатов исследования заключается в выявлении структуры развития профессионально важных физических качеств, необходимых для успешного овладения умениями и навыками выполнения приемов борьбы на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России у курсантов; теоретическом обосновании и практической апробации методик спорта высших достижений в учебно-образовательном процессе в образовательных организациях МВД России; экспериментальное обоснование положительного влияния предлагаемой методики развития физических качеств курсантов на успешное овладение умениями и навыками выполнения приемов борьбы на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России; в разработке и обосновании рекомендаций по оптимизации учебно-воспитательного процесса по дисциплине «Физическая подготовка» на начальном этапе обучения в образовательных организациях МВД России.

Системообразующим фактором подбора средств и методов физического воспитания будет служить их эффективность в плане повышения возможностей определенных систем организма до уровня, обеспечивающего выполнение необходимой двигательной задачи. В этом случае успешность управления подготовкой к сдаче норматива будет определяться возможностью точного представления о количественном выражении определенных функций организма. В последнее время широкое распространение получают количественные тесты, помогающие изучить состояние организма в условиях мышечной деятельности [2].

Проведем исследование научной литературы с целью выявления физических качеств, необходимых для успешного освоения техники борьбы. Можно согласиться с мнением следующих специалистов А.В. Григорьева, Б.А. Подливаева [3], которые считают, что борьба – сложно координируемый вид спорта и для достижения высоких результатов необходимо развитие энергетических возможностей спортсменов и анализаторной системы.

В своих исследованиях физических качеств, необходимых спортсменам для их успешной профессиональной деятельности, Ю.В. Верхошанский [4] пришел к выводу, что нужна активизация процессов морфофункциональной специализации, то есть адаптация организма занимающегося к особенностям двигательным действиям и режиму, и отмечал, что повышение моторного потенциала занимающихся будет способствовать успешному изучению и совершен-

ствованию технических действий. Но этого возможно достичь с помощью специализированных средств и интенсификации режима работы организма занимающихся, особенно на подготовительном периоде.

Нужно сказать, что в борьбе присутствуют разнородные формы физических качеств и самое важное – их согласованность, то есть сила и скорость спортсмена. Изучая проведенные ранее исследования, которые были направлены на формирование физических качеств, которые нужны в борьбе, можно говорить о том, что в существенном выделяют такие основополагающие физические способности, как сила, скорость, выносливость и координация.

На первой ступени тренировки основополагающими для изучения боевых приемов борьбы могут быть выносливость, скоростные и силовые качества. Степень развития физических качеств по важности на первом этапе определяют в количестве движений, максимальной силе, спринтерской выносливости. При планировании тренировочных нагрузок, особенно на начальном этапе, когда происходит формирование адаптивных особенностей у занимающихся, существенную роль играет генетический потенциал. Только с помощью регулярных, систематических занятий физическими упражнениями возможно оказывать направленное воздействие на генетически обусловленную программу физического развития курсанта и способствовать развитию профессионально важных физических качеств. Особенно актуален данный вопрос при организации индивидуальной программы дополнительных занятий для слабоуспевающих курсантов по дисциплине «Физическая подготовка».

Проблеме адаптации организма занимающихся к физическим нагрузкам на начальном этапе тренировочного процесса было посвящено довольно много исследований в последние 3–4 десятилетия прошлого века, а именно Е.Р. Яхонтова [5]. И сформировались общепризнанные принципы: так, развитие такого физического качества, как выносливость, следует производить с позиции учета последовательности адаптационных изменений. Особенно при организации годичного тренировочного цикла в первую очередь приоритет отдавался развитию общей выносливости, аэробным механизмам энергообразования при мышечной работе. «Весь тренировочный процесс энергообеспечения мышечной работы строится на аэробном фундаменте». Только после возможно развитие специальной выносливости на основе анаэробной лактатной и анаэробной алактатной тренировки. Дан-

ная последовательность довольно четко была обоснована в исследованиях В.М. Зацiorsкого и выявлено, что энергия гликолиза участвует в первой фазе восстановления для ресинтеза КрФ.

Мы согласны с основным мнением, что физические качества так близко сплочены между собой, что развитие одного до значительной величины невозможно без воспитания до наилучшей величины другого. Но мало рассмотрены исследователями нормативы для установления нужной степени формирования силы рук плечевого пояса, силы ног спортсмена [6] на первом уровне тренировки. Кроме того, любопытное мнение высказал А.Н. Блер [7], что применение только небольшого количества физических упражнений конкретного спорта доставляет ограниченное направление физической подготовленности и не реализует значительные спортивные победы, кроме того, в отдельных ситуациях может доставлять урон здоровью спортсмена. Далее он говорит, что только разнообразная физическая подготовка является базой удачного развития спортсмена физически и дает ему движение в спорте.

Борьба является сложно координационным видом спорта с большими заявками к возможностям организма, добиться значительных плодов в борьбе может лишь спортсмен с высоким трудолюбием.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучив разнообразные научные мнения, мы видим, что существует разнообразие разных принципов воспитания главных физических качеств, которые нужны в спорте. Следовательно, при предпочтении способов формирования физических качеств спортсмена на первом уровне тренировки нужно учесть такие принципы: при воспитании спортивных качеств, с упором на улучшение двигательных способностей, нужно обращать внимание на развитие физических качеств и увеличение функциональных потенциалов спортсмена; физические качества сильно спаяны между собой, развитие одного невозможно без развития другого и достичь спортивного мастерства возможно только при их балансе; применение ограниченных физических упражнений конкретного спорта подает одностороннее направление физической тренировки и не дает достичь значительных спортивных побед и даже в исключительных ситуациях может наносить урон здоровью спортсменов; при тренировке спортсменов первого уровня нужно проводить индивидуальные тренировки.

На первых учебно-тренировочных занятиях занимающимся со слабо развитым физическим качеством – выносливость, очень сложно выполнять физические упражнения в течение 80–90 мин. А выполнение технически сложных борцовских действий в парах на фоне утомления и недовосстановления будет способствовать медленному и проблемному овладению техникой боевых приемов борьбы, а иногда могут привести к травмам, и нужно будет много времени на восстановление физической формы и индивидуальное изучение техники борьбы.

На начальном этапе подготовки после формирования аэробного фундамента необходимо проводить анаэробную лактатную и анаэробную алактатную тренировку. Физиологические особенности формирования двигательных умений и навыков требуют достаточной высокой физической нагрузки. Только при многократном выполнении различных упражнений на усвоение и закрепление двигательного навыка совершенствуются основные физические качества.

При организации учебно-тренировочного процесса необходимо обращать внимание на принцип спортивной физиологии – обратимость тренировочных воздействий, поэтому на каждом этапе учебно-тренировочного процесса для поддержания уровня, достигнутого на предыдущем этапе адаптационных изменений (физического совершенствования), и использовать в определенном объеме средства, направленные на развитие общей выносливости.

Большое значение при выполнении приемов борьбы имеет такое физическое качество, как сила. При развитии данного качества необходимо учитывать тоже адаптационные изменения, в основу методики развития берется силовая выносливость, ей уделяется особое внимание на начальном этапе подготовки. По мере ее развития в учебно-тренировочные занятия включаются упражнения, направленные на развитие максимальной силы. А на последующих этапах подготовки акцент смещается на развитие взрывной силы. Данная методика построения силовой тренировки будет способствовать успешному формированию умений и навыков борьбы.

Для нашего исследования довольно значимым является вывод, что «физические качества настолько тесно связаны между собой, что развить одно из них до высокого уровня невозможно без оптимального развития других. Так же, как отмечает И.С. Барчуков [8], при исследовании методов и средств развития физических качеств в современном спорте, отметил, что уделяется больше внимания не развитию отдельных

физических качеств, а совершенствованию функциональных систем организма спортсмена, и сделал вывод, что односторонняя направленность физических нагрузок, развитие отдельных физических качеств не позволяет добиться высоких спортивных результатов, но и может нанести ущерб здоровью занимающегося, а вот разносторонняя физическая подготовка является залогом успешной спортивной деятельности.

Овладеть навыками борьбы без учебно-тренировочных поединков невозможно. Довольно много существует методик подготовки борцов к соревновательным поединкам. Но двигательные действия сотрудника правоохранительных органов при несении службы по охране общественного порядка отличаются от соревновательного поединка, они могут проходить в экстремальной обстановке связанной с угрозой жизни сотрудника, и задержание правонарушителя может происходить после преследования. Так, выполнение боевых приемов борьбы на фоне функционального утомления и эмоциональной напряженности может сказаться на результативности. Данный факт необходимо учитывать при организации учебно-тренировочных занятий с начального этапа. Поэтому нужно проводить совершенствование техники борьбы на фоне функциональных, координационных нагрузок, на последующих этапах учебно-тренировочные поединки.

Многие исследования подтверждают, что достичь высокого уровня специальной физической выносливости борцов в годичном цикле возможно, если осуществляется развитие функциональных возможностей физиологических систем организма.

Экспериментальная апробация проводилась следующим образом: были выбраны две учебные группы по 25 курсантов каждая, которые на входном контроле показали почти одинаковый уровень развития физических качеств. Практические занятия на начальном этапе обучения в экспериментальной группе были организованы в соответствии с предлагаемой концепцией формирования физических качеств, необходимых для успешного овладения умениями и навыками выполнения боевых приемов борьбы, контрольная группа занималась по стандартной учебной программе. По окончании начального этапа обучения при сдаче дифференцированного зачета по разделу «Боевые приемы борьбы» контрольная группа показала средний уровень подготовленности, а экспериментальная группа – немного выше среднего. Было проведено анкетирование после сдачи зачета, анализ показал, что в контрольной

группе у 24% обучаемых возникали трудности с овладением навыков применения боевых приемов борьбы, для 36% двигательные действия были новыми и их выполнение требовало максимальных усилий, а в экспериментальной группе у 12% обучаемых возникали трудности с овладением навыков применения боевых приемов борьбы, для 40% двигательные действия были новыми и выполнение не требовало максимальных усилий.

Заключение

В завершение исследования можно сделать вывод, что боевые приемы борьбы являются сложно координированными действиями и для успешного изучения и применения необходимо развитие энергетических возможностей курсантов и аналитической системы.

На начальном этапе подготовки для оптимизации учебного процесса, направленного на успешное овладение умениями и навыками выполнения приемов борьбы в экстремальных условиях курсантами образовательных организациях МВД России, необходимо в первую очередь развивать физические качества, такие как выносливость, но производить это с позиции учета последовательности адаптационных изменений, формировать аэробный фундамент и только после проводить анаэробную лактатную и анаэробную алактатную тренировку. Весомое значение для применения боевых приемов борьбы имеет и физическое качество – сила. При развитии данного качества в основу методики развития берется силовая выносливость, ей уделяется особое внимание на начальном этапе подготовки. По мере ее развития в учебно-тренировочные занятия включаются упражнения, направленные на развитие максимальной силы. А на последующих этапах подготовки акцент смещается на развитие взрывной силы.

При организации и планировании учебно-тренировочных занятий уделяется больше внимания не развитию отдельных физических качеств, а совершенствованию функциональных систем организма курсантов, и очевидно из проведенного исследования, что односторонняя направленность физических нагрузок, развитие отдельных физических качеств не позволяет добиться высоких результатов, но и может нанести ущерб здоровью занимающегося, а вот разносторонняя физическая подготовка является залогом успешной учебной, спортивной и служебной деятельности.

Список литературы

1. Ефременко М.А. Модернизация содержания обучения боевым приемам борьбы курсантов образовательных организаций МВД России: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2019. 129 с.
2. Филипенко Е.П. Прогнозирование процесса воспитания выносливости курсантов Харьковского национального университета внутренних дел на основе учета функционального состояния кардио-респираторной системы. [Электронный ресурс]. URL: <http://cs-alternativa.ru/text/2263> (дата обращения: 15.06.2021).
3. Подливаев Б.А., Григорьев А.В. Уроки вольной борьбы: учебное пособие. М.: Советский спорт, 2012. 525 с.
4. Верхошанский Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте: монография. М.: Советский спорт, 2013. 215 с.
5. Яхонтов Е.Р. Физическая подготовка баскетболистов: учебное пособие. СПб.: Олимп, 2006. 134 с.
6. Славко А.Л. Индивидуализация процесса развития физических качеств борцов-самбистов студенческого возраста (17–18 лет) на начальном этапе подготовки: материалы XVI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти заслуженного мастера спорта СССР, заслуженного тренера СССР, профессора Евгения Михайловича Чумакова. Под общей редакцией С.Е. Табакова. М.: Издательство: Лика, 2019. С. 70–73.
7. Блеер А.Н. Управление физической подготовкой высококвалифицированных борцов греко-римского стиля на основе данных комплексного контроля // Вестник спортивной науки. 2013. № 2. С. 14–19.
8. Кикоть В.Я., Барчуков И.С. Физическая культура и физическая подготовка: учебник. М.: Юнити-Дана, 2020. 455 с.

УДК 372.862

О СОДЕРЖАТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Фокин Р.Р.

*ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru*

В настоящее время степень дружелюбности для студентов обучения математике и информатике, к сожалению, невысока. Для повышения степени дружелюбности необходимо, в частности, обсуждать содержание обучения с целью его улучшения и постепенного выявления недостатков, применяя при этом эвристические методы. В статье приведено семь примеров таких обсуждений с целью анализа различных точек зрения: 1) обсуждение понятий алгоритма в математике и в информатике; 2) обсуждение различных подходов к понятию вычисления в математике и в информатике; 3) обсуждение вопросов применения визуального программирования при обучении программированию; 4) обсуждение различных подходов к определению определенного интеграла; 5) обсуждение различных подходов к уравнениям прямой и плоскости в аналитической геометрии; 6) обсуждение вопросов обучения возведению в степень комплексных чисел; 7) обсуждение ошибок 1 и 2 рода при проверке статистических гипотез. Автор в других своих статьях показал, что сейчас около 80% современных студентов относятся к правополушарному психологическому типу, включая будущих математиков и программистов, и эта доля растет последние 30 лет. Отсюда особая острота поставленных в настоящей статье проблем.

Ключевые слова: математика, информатика, дружелюбность обучения, программирование, содержание обучения, выявление ошибок, образность обучения, асимметрия мозга

ON THE CONTENT ASPECT OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN MODERN HIGHER EDUCATION

Fokin R.R.

Military Space Academy named after Mozhaiskiy, Saint-Petersburg, e-mail: rrfokin@yandex.ru

Currently, the degree of friendliness for students of teaching mathematics and computer science is unfortunately not high. To increase the degree of friendliness, it is necessary, in particular, to discuss the content of training in order to improve it and gradually identify shortcomings, using heuristic methods. The article provides seven examples of such discussions in order to analyze different points of view: 1) Discussion of the concepts of the algorithm in mathematics and in computer science. 2) Discussion of different approaches to the concept of computation in mathematics and in computer science. 3) Discussion of the application of visual programming in programming training. 4) Discussion of different approaches to the definition of a certain integral. 5) Discussion of different approaches to the equations of a straight line and a plane in analytical geometry. 6) Discussion of teaching exponentiation of complex numbers. 7) Discussion of errors of the 1st and 2nd kind when testing statistical hypotheses. The author has shown in other articles that now about 80% of modern students belong to the right-hemisphere psychological type, including future mathematicians and programmers, and this share has been growing for the last 30 years. Hence the special acuteness of the problems posed in this article.

Keywords: mathematics, computer science, learning friendliness, programming, learning content, error detection, learning imagery, brain asymmetry

Актуальность статьи обусловлена необходимостью постепенного улучшения содержания обучения студентов различными дисциплинам из областей информатики и математики, выявления в нем недостатков. Это будет повышать весьма невысокую степень дружелюбности этих дисциплин для студентов.

Цель настоящего исследования – инициировать указанное выше постепенное улучшение содержания обучения и выявление в нем недостатков.

Материалы и методы исследования

Материалы исследования в данном случае – это учебные материалы по информатике и математике в современной высшей

школе, включая также опыт преподавания автора статьи. В данной статье применяются главным образом эвристические методы исследования для улучшения содержания обучения студентов и выявления укоренившихся недостатков.

Результаты исследования и их обсуждение

1. О понятии алгоритма в информатике и в математике

Понятие алгоритма из информатики имеет источником [1] работы IX в. Мухаммада ибн Муса аль-Хорезми «Книга об индийской арифметике» и «Книга о восстановлении и противопоставлении». Под алгоритмом понимался способ решения ма-

тематической задачи, например умножение 345,19 на 20,123 в столбик, решение алгебраических уравнений и неравенств. Построение по Г. Кантору бесконечной последовательности M_0, M_1, M_2, \dots все более мощных множеств $|M_i + 1| > |M_i|$, где $M_i + 1 = 2M_i$ – это, по аль-Хорезми, тоже алгоритм. Если, например, M_0 – счетное множество, то $|M_1| = \text{Continuum}$, $|M_2| > \text{Continuum}$ и так далее. При этом мы решаем задачи построения каждого элемента этих множеств. Мощность множества всех алгоритмов по аль-Хорезми превосходит Continuum . Алгоритм из математики – это одна из программ для одной из машин Тьюринга. Машина Тьюринга для некоторых $m, n \in \mathbb{N}$, \mathbb{N} – множество всех натуральных чисел – это дискретная (разбитая на клетки) бесконечная в обе стороны лента. Лента имеет указатель, который показывает в каждый дискретный момент времени t_0, t_1, t_2, \dots на некоторую клетку – это выделенная клетка. Имеется множество состояний машины $S = \{s_0, s_1, \dots, s_n\}$, s_0 – конечное состояние. Имеется алфавит для ленты $A = \{a_0, a_1, \dots, a_m\}$, a_0 – это пробел. В каждой клетке записан некоторый символ из A , он может быть заменен другим по команде. Команда K_{ij} (где $i = 0, \dots, n, j = 0, \dots, m$) записывается как упорядоченная тройка (s_j, a_i, P) , где $P \in \{L, R, S\}$. Означает она, соответственно: изменение состояния машины $s_i \rightarrow s_j$ (если оно было s_i); замена символа в выделенной клетке $a_j \rightarrow a_i$ (если он был a_j); P – изменение положения указателя: L – сдвиг влево (Left), R – сдвиг вправо (Right), S – положение не меняется (Stop). Машина будет выполнять команды, пока ее состояние не станет конечным. Следовательно, количество всевозможных команд $x = 3n(m + 1)$. Программа – это прямоугольная матрица команд K_{ij} для $i = 1, \dots, n, j = 0, \dots, m$, в ней $y = n(m + 1)$ элементов. При фиксированных m, n получается не более $z = x^y$ различных программ, $z(m, n)$ – это конечное число. Как известно, \mathbb{N}^2 – счетное множество, следовательно, оно может быть представлено как последовательность b_1, b_2, \dots , где всякое b_i – это некоторая пара (m, n) . На шаге 1 пронумеруем $z(b_1)$ программ, на шаге 2 пронумеруем $z(b_2)$ программ и так далее. Множество всех алгоритмов из математики – счетное. Алгоритмы из информатики и из математики – это не тождественные понятия. Кардинально что-либо исправить здесь невозможно, это складывалось десятилетиями, но следует хотя бы обратить на это внимание студентов.

2. О вычислениях в программировании и математике

Стандарт IEEE-754 представляет двоичные форматы целых и действительных чисел для любых современных компьютеров. Пусть, например, программирование ведется на $C++$ в среде Microsoft Visual Studio – согласно программе Microsoft DreamS Park [2] этот программный продукт является бесплатным для сферы образования, поэтому широко распространен в сфере образования России. Оператор `int i = 3; /* целому i присвоить 3 – в C++ так пишутся комментарии */` вызовет запись в 32-битное поле i следующего двоичного кода 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0011, а оператор `int j = -3;` вызовет следующие действия: сначала в поле j запишется число 3, значит – указанный выше код, потом код будет инвертирован, получится 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100, затем к нему прибавится 1, окончательно получится 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1101. Отсюда диапазон значений переменных типа `int` от $-2^{(32-1)}$ до $2^{(32-1)-1}$, если бы длина поля была N бит (в данном случае $N = 32$), то соответствующий диапазон был бы от $-2^{(N-1)}$ до $2^{(N-1)-1}$. Оператор `unsigned int k = 3; /* беззнаковому целому k присвоить 3 */` вызовет запись в 32-битное поле k двоичного кода 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0011, как выше для i , но диапазон значений для k будет иной – от 0 до $2^N - 1$, здесь $N = 32$. Например, для типов данных `long int` и `unsigned long int` (длинное целое и беззнаковое длинное целое) битовая длина поля $N = 64$. Зачем нужны в программировании целые числа, например, типа `int`? Функционально они уступают действительным числам, например, типа `double`. Программисты называют целые числа точными [3], поскольку результаты арифметических действий над ними всегда абсолютно точны. Действительные числа они называют приближенными. Финансовые программы используют только целые числа. Если у чисел типа `int` разрядов слишком мало для выполнения расчетов, то используют типы `long int`, `long long int`. Циклические расчеты надежнее, когда счетчики (управляющие циклом переменные) являются целыми, другие вычисляемые при этом переменные могут быть действительными.

Формат действительного числа

1 бит – поле S	b битов – поле E	n битов – поле M
$w = n + b + 1$		

$$F = (-1)^S * 2^{(E-D)} * \left(1 + \frac{M}{Q}\right), \quad (1)$$

где $D = 2^{(b-1)} - 1$, $Q = 2^n$

Представление действительного числа F типов float ($b = 8$, $n = 23$, $w = 32$) и double ($b = 11$, $n = 52$, $w = 64$) описывают табл. 1 и формула (1).

$$F = (-1)^S * 2^{(E-D+1)} * \left(\frac{M}{Q}\right) \quad (2)$$

Формула (1) не применима:

1) если $E = 0$, $M \neq 0$, тогда F – действительное с денормализованной мантиссой, формула (2);

2) если $E = 1...1$, $M \neq 0$, тогда F = NAN (Not A Number, не число);

3) если $S = 0$, $E = 1...1$, $M = 0$, тогда $F = +\infty$, если $S = 1$, $E = 1...1$, $M = 0$, тогда $F = -\infty$;

4) если $S = 0$, $E = 0$, $M = 0$, тогда $F = +0$, если $S = 1$, $E = 0$, $M = 0$, тогда $F = -0$.

Из формулы (1) следует, что положительный диапазон типа double – от $2.2e-308$ до $1.8e308$, типа float – от $1.2e-38$ до $3.4e38$. Если требуются типы данных с более широкими диапазонами, то их можно построить, например, как новые классы, используя объектно-ориентированное программирование. Поскольку $100! > 1.8e308$, после оператора double f; применяя только программирование со стандартными типами данных, не удастся вычислить $100!$ с результатом в f, несмотря на то, какой применяется алгоритм расчета.

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}, \quad (3)$$

где $q = 1 - p$, $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$

$$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{npq}}} e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}} \quad (4)$$

где $x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}}$.

Из теории вероятностей известна формула Бернулли (3), где $P_n(k)$ – это вероятность ровно k успехов в n испытаниях, p – вероятность успеха в одном испытании. В практике программирования со стандартными типами данных при $n \geq 100$ формулу (3) применять нельзя – можно вместо точной формулы Бернулли использовать, например, приближенную локальную формулу Лапласа (4).

3. О визуальном программировании

Упомянутая выше Microsoft Visual Studio – это мультязыковая система визу-

ального программирования, в ее составе Visual Basic, Visual C++, Visual C#, Visual F#, Visual FoxPro. Она ориентирована на визуальное программирование [2], но в виде исключения допускает программирование 1960–1970-х гг. в режимах консольного приложения и пустого проекта. Ни в одном вузе автору не доводилось видеть преподавание визуального программирования, кроме, естественно, преподавания визуального программирования самим автором, которое началось еще в 1990-х гг. В 2010–2013 гг. выпускались учебные пособия В.В. Зиборова [4, 5], посвященные визуальному программированию на Visual Basic, Visual C++, Visual C#, где читатель при создании своих проектов должен был главным образом рисовать объекты управления и в меньшей степени – изучать операторы языков программирования. В результате читатель добирался в рамках такой методики обучения до очень сложных программ, например до работы программ с динамическими библиотеками, с сетевыми ресурсами, с базами данных. Автор настоящей статьи указывал [6], что более 80 % современных студентов – правополушарные, даже среди будущих математиков и программистов. Им при обучении необходима наглядность.

4. Обсуждение определения понятия определенного интеграла

В учебных пособиях по [7] математическому анализу и по [8] высшей математике применяются два подхода к определению понятия определенного интеграла. Сущность первого подхода такова:

$$rd = \max_{i=1...n} (x_i - x_{i-1}), \quad (5)$$

$$D = \sum_{i=1}^n f(x_i^*) (x_i - x_{i-1}), \quad (6)$$

$$\int_a^b f(x) dx \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{rd \rightarrow 0} D. \quad (7)$$

Рассмотрим функцию $f(x)$, заданную для $x \in [a; b]$. Разобьем $[a; b]$ на n не обязательно равных по длине отрезков точками $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_n = b$. Пусть ранг дробления rd определяется формулой (5). Возьмем $x_i^* \in (x_{i-1}; x_i)$ для $i = 1...n$. Пусть сумма Дарбу D определяется формулой (6). Пусть предел из формулы (6) не зависит от конкретных значений x_i и x_i^* . Тогда формула (7) определяет определенный интеграл от функции f на $[a; b]$, а функция $f \in L[a; b]$ – классу функций, интегрируемых на $[a; b]$. Заметим, что различным значениям rd может соответствовать одинаковое значение D, поэтому D не является функцией от rd, D зависит

от x_1, \dots, x_{n-1} и от x_1^*, \dots, x_n^* , говорить о пределе из формулы (7) не совсем корректно. Сущность второго подхода такова:

$$D = \sum_{i=1}^n F_i(x_i - x_{i-1}), \quad (8)$$

где $F_i = \sup_{x \in [x_{i-1}; x_i]} f(x)$

$$d = \sum_{i=1}^n f_i(x_i - x_{i-1}), \quad (9)$$

где $f_i = \inf_{x \in [x_{i-1}; x_i]} f(x)$

$$\int_a^b f(x) dx \stackrel{\text{def}}{=} \inf\{D\} = \sup\{d\}. \quad (10)$$

Нужно рассмотреть ограниченную функцию $f: m < f(x) < M$ при всех $x \in [a; b]$. Нужно ввести верхнюю D и нижнюю d суммы Дарбу в соответствии с формулами (8) и (9). Если окажется так, что \inf всевозможных значений D равен \sup всевозможных значений d , то формула (10) определяет определенный интеграл от функции f на $[a; b]$, а функция $f \in L[a; b]$. Из [7] аксиомы действительных чисел о \sup (всякое ограниченное сверху числовое множество имеет \sup) несложными рассуждениями можно получить, что все указанные выше \inf и \sup существуют.

5. Прямая на плоскости \mathbf{R}^2 в аналитической геометрии

Согласно учебным пособиям [8–10], используемым при обучении аналитической геометрии $Ax + By + C = 0$ – это общее уравнение прямой на плоскости \mathbf{R}^2 , при условии, что $A^2 + B^2 > 0$, здесь \mathbf{R} – множество всех действительных чисел. В некоторых [9, 10] учебных пособиях – это теорема. При этом в них нет определения прямой. По нашему мнению, некорректно доказывать теорему про прямую, если не известно, что такое прямая. Мы предлагаем семейство уравнений $Ax + By + C = 0$ при условии, что $A^2 + B^2 > 0$ положить в основу определения прямой линии на плоскости \mathbf{R}^2 . Прямая – это множество точек (x, y) , удовлетворяющих одному из уравнений семейства. Аналогично мы предлагаем положить в основу определения плоскости в пространстве \mathbf{R}^3 семейство уравнений $Ax + By + Cz + D = 0$ при условии, что $A^2 + B^2 + C^2 > 0$. Некоторые авторы [8] дают определения, что такое общие уравнения прямой в \mathbf{R}^2 и плоскости в \mathbf{R}^3 , при этом определения прямой у них нет.

Геометрия средней школы ориентируется на геометрию Евклида с аксиомами Евклида – это другая математическая теория.

Все аксиомы Евклида в совокупности неявно определяют понятие прямой вместе с другими так называемыми основными неопределяемыми понятиями (точка, полупрямая, полуплоскость, угол и другие). Явных определений у этих понятий в геометрии Евклида нет, но теоремы про них могут выводиться из аксиом Евклида. В высшей школе изучают аналитическую геометрию Декарта, в ней есть только аксиомы действительных чисел. Некорректно, работая в рамках одной математической теории, применять аксиомы из другой математической теории.

6. О вопросах, связанных с возведением в степень комплексного числа

Здесь и далее будем использовать обозначения: \mathbf{C} – множество всех комплексных чисел, $i = (0; 1) \in \mathbf{C}$, e – число Эйлера и Непера, \ln – натуральный логарифм (по основанию e).

$$e^{iw} = \cos w + i \sin w \quad (11)$$

для любого $w \in \mathbf{R}$.

Формула Эйлера (11) обычно изучается в курсах алгебры в теме «Комплексные числа». По нашему мнению, ее следует считать определением того, что понимать под e^{iw} , поскольку ранее в таких учебных курсах ничего не говорится про то, что это такое, поэтому доказывать формулу Эйлера как теорему некорректно. С помощью (11) мы для любых $d > 0$ и $z \in \mathbf{C}$ можем вычислить d^z . Пусть $z = a + ib$, очевидно, что $d = e^{\ln d}$, тогда

$$\begin{aligned} dz &= (e^{\ln d})^{a+ib} = e^{a \ln d} e^{ib \ln d} = \\ &= e^{a \ln d} (\cos(b \ln d) + i \sin(b \ln d)) \in \mathbf{C}. \end{aligned}$$

Введем $\ln z$, как операцию, обратную к e^x , где $z, x \in \mathbf{C}$, $z \neq 0$ и $z \neq \infty$. Представим z в следующем виде:

$$z = |z|(\cos w + i \sin w) = |z| e^{iw},$$

берем главное значение $w: -\pi < w \leq \pi$. Определим $\ln z = \ln|z| + iw$, берем то же главное значение w , хотя тоже подходят $w + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$, \mathbf{Z} – множество целых чисел.

Теперь мы для любых $z, x \in \mathbf{C}$ при $z \neq 0$ и $z \neq \infty$ научимся вычислять $z^x = (e^{\ln z})^x = e^{x \ln z}$, $x \ln z \in \mathbf{C}$ – умеем вычислять, следовательно, $z^x = e^{x \ln z}$ – тоже умеем вычислять.

7. Некоторые вопросы проверки статистических гипотез

Пусть выборка x_1, x_2, \dots, x_n – это результаты независимых наблюдений (независимые одинаково распределенные случайные величины). Пусть гипотеза H состоит в том, что одинаковое распределение этих случайных величин является нормальным. Здравый смысл заставляет гипотезу H от-

вергнуть. Нормальные распределения – это весьма специфический класс распределений. Практически невозможно, чтобы некоторое эмпирическое распределение было точно именно таким. Здравый смысл разрешает говорить лишь о близости некоторого эмпирического распределения к нормальному. Актуально было бы эту близость оценить. Классическая центральная предельная теорема говорит лишь о стремлении по вероятности, что на практике никакого конкретного значения близости гарантировать не может. Для этого, например, можно было бы каким-либо образом ввести и использовать метрику в пространстве функций распределения.

Рассмотрим теоретически алгоритм проверки некоторой гипотезы H . Отвержение верной гипотезы называют ошибкой 1 рода. Принятие неверной гипотезы называют ошибкой 2 рода. Уровень значимости – это мажоранта вероятности ошибки 1 рода. Можно было бы ввести и уровень значимости 2 рода как мажоранту вероятности ошибки 2 рода, но, как правило, вычислить его невозможно. Для проверки гипотезы H имеется выборка x_1, x_2, \dots, x_n – такая же, как указано выше. Вычисляется значение некоторой статистики $t^* = T(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Вероятностное распределение T известно при условии, что верна гипотеза H . Пусть распределению T соответствует функция распределения $F(t)$, она обычно табулирована. Полагают, например, что уровень значимости $\lambda = 0.05$. На оси t берут критическую область K так, чтобы $P\{t^* \in K\} = \lambda$, допустимой областью называют $D = \mathbf{R} \setminus K$. Если вычисленное значение $t^* \in D$, то гипотеза H принимается, в противном случае ($t^* \in K$) гипотеза H отвергается. Обычно критическую область берут состоящей либо из одного промежутка ($K = \langle a_1; b_1 \rangle$), либо из двух промежутков ($K = \langle a_1; b_1 \rangle \cup \langle a_2; b_2 \rangle$) – это все определяется особенностями гипотезы H . Соответственно, должно быть либо $F(b_1) - F(a_1) = \lambda$, либо $F(b_1) - F(a_1) + F(b_2) - F(a_2) = \lambda$.

Допустим, гипотеза H таким образом была отвергнута. Какая могла быть ошибка в данном случае? Это ошибка отвергнуть верную гипотезу H , т.е. ошибка 1 рода. Мажоранта ее вероятности известна ($\lambda = 0.05$). Отвергнув гипотезу H , мы могли ошибиться, но вероятность ошибки при этом не более, чем 0.05.

Допустим, гипотеза H таким образом была принята. Какая могла быть ошибка в данном случае? Это ошибка принять неверную гипотезу H , т.е. ошибка 2 рода. Ее вероятность – это $P\{t^* \in D\}$ при условии, что гипотеза H неверна, но обычно при этом условии распределение статистики T неиз-

вестно! Никак оценить вероятность актуальной для нас ошибки 2 рода мы не можем.

У автора статьи имеется [11] многократно использованная практически собственная методика статистической обработки результатов педагогических экспериментов, лишенная отмеченных выше недостатков. Ее можно распространить на эксперименты в других областях. Эксперимент планировался так, чтобы гипотеза H всегда отвергалась.

Заключение

1. Цель настоящего исследования достигнута – предложены улучшения и выявлены некоторые недостатки в семи содержательных областях при обучении математике и информатике.

2. Применение материалов статьи может повысить для студентов дружелюбность обучения математике и информатике, повысить интерес к ним.

Список литературы

1. Фокин Р.Р., Атоян А.А., Абиссова М.А. Методы обучения в высшей школе, обусловленные некоторыми концептуальными и техническими ограничениями при компьютерной реализации математических и информационных моделей // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 10–2. С. 397–401.
2. Абиссова М.А., Атоян А.А. Сервисы обучения RAD-программированию для активизации познавательной деятельности студентов при обучении информатике и математике // Письма в Эмиссия. Оффлайн. 2013. № 12. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emissia.org/offline/2013/2118.htm> (дата обращения: 07.06.2021).
3. Булекбаев Д.А., Морозов А.В. Формирование и развитие навыков вычислительного эксперимента у обучающихся на примере исследования динамической системы // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. № 659. С. 202–209.
4. Зиборов В.В. MS Visual Basic 2012 на примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 443 с.
5. Зиборов В.В. MS Visual C# 2012 на примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 480 с.
6. Фокин Р.Р. Некоторые психологические и статистические аспекты преподавания дисциплин из областей математики и информатики в современной высшей школе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 175–179.
7. Гурьянова К.Н., Алексеева У.А., Бояршинов В.В. Математический анализ: учеб. пособие. Екатеринбург: изд-во Урал. фед. ун-та, 2014. 330 с.
8. Анкилов А.В., Вельмисов П.А., Решетников Ю.А. Высшая математика: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Ульяновск: изд-во Ульян. гос. тех. ун-та, 2011. 250 с.
9. Игнатъев Ю.Г., Агафонов А.А. Аналитическая геометрия евклидова пространства: Учебное пособие. 1–II семестры. Казань: Издательство Казанского университета, 2014, 204 с. 10. Демин С.Е., Демина Е.Л. Аналитическая геометрия: учеб.-метод. пособие. Нижний Тагил: изд-во Нижнетаг. технол. ин-та (филиала Урал. фед. ун-та), 2016. 272 с.
11. Фокин Р.Р., Атоян А.А. Проверка статистических гипотез при обосновании результатов квалификационных работ по некоторым направлениям и специальностям высшей школы и ее компьютерная реализация // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 5–3. С. 614–618.