

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,916
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,284

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор
Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,916.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,284.

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: 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 – 29.06.2020
Дата выхода номера – 29.07.2020

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. 26,13
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2020/6
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

КОНЦЕПЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН И СМАРТ-КОНТРАКТОВ	
<i>Белкин П.А., Ростовский Н.С.</i>	207
РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОДДЕРЖКОЙ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТА	
<i>Богданов А.В., Тхуреин Киав Лвин, Чжо За, Пья Сон Ко Ко</i>	214
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ МЕТАЭВРИСТИКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРИОРИТЕТНОЙ УПАКОВКИ С НЕСОВМЕСТИМЫМИ КАТЕГОРИЯМИ	
<i>Воронов В.С., Пересунько П.В., Виденин С.А., Матюхин Н.Е.</i>	220
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫМ КОМПЛЕКСОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	
<i>Горелик А.В., Дорохов В.С., Орлов А.В., Скрипниченко И.Г., Шерстюков О.С.</i>	228
СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДИЗЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ ПРИ РАБОТЕ НА РЕЖИМАХ ХОЛОСТОГО ХОДА	
<i>Гоц А.Н., Гуськов В.Ф., Темнов А.М.</i>	234
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ	
<i>Земцов А.Н., Чан Зунг Хань</i>	241
ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ОТКЛИКА В ПУПИЛЛОГРАММАХ	
<i>Исаева О.Л., Бороненко М.П., Киселева Е.С., Зеленский В.И.</i>	248
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НУЛЕЙ И ЭКСТРЕМУМОВ ФУНКЦИЙ НА ОСНОВЕ СОРТИРОВКИ С ПРИЛОЖЕНИЕМ К АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ. II. СЛУЧАЙ ДВУХ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ И ОДНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ	
<i>Ромм Я.Е.</i>	254
ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АВТОНОМНОГО ОТОПЛЕНИЯ	
<i>Середа С.Н.</i>	283
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ	
<i>Скрыпник В.И., Кузнецов А.В.</i>	288
ВИБРАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ	
<i>Хвостиков А.С.</i>	293
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВНЕШНИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ	
<i>Худяков К.В., Хилько П.Р., Крамер И.А.</i>	299
ОБЗОРЫ	
НАУЧНЫЙ ОБЗОР РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ СРЕДСТВ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ОСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
<i>Литвинов А.В., Князев К.С., Личман А.В., Колобашкин А.В., Корыц С.И., Бокова И.Б., Чичин С.В.</i>	304

СТАТЬИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ	
<i>Бганцева И.В., Боженова Н.А., Литвинова Е.А.</i>	310
ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СПО	
<i>Беспалько А.А., Сочнева Н.В., Тоцев А.П.</i>	317
РЕСУРСЫ ГУМАНИСТИЧЕСКОЙ ПЕДАГОГИКИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ПИЛОТОВ К ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ	
<i>Бирюков А.А.</i>	322
СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЭТНОПЕДАГОГИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	
<i>Гордеева О.Н., Кожанов И.В.</i>	328
К ОБОСНОВАНИЮ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СЕМЬИ КАК СУБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДЕТЕЙ	
<i>Гребенникова В.М., Игнатович В.К., Игнатович С.С.</i>	333
ПОВЫШЕНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СЛУШАТЕЛЕЙ ЮРИДИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «РУССКИЙ ЯЗЫК В ДЕЛОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. КУЛЬТУРА РЕЧИ»	
<i>Довгань Е.А.</i>	338
СООТНОШЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИЕЙ У ЖЕНЩИН В ЗРЕЛОМ ВОЗРАСТЕ	
<i>Колкова С.М., Черногубова С.Г., Стоянова Е.И., Живаева Ю.В.</i>	343
СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРПРЕТИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ ИНТУИТИВНОГО КОМПОНЕНТА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ	
<i>Курдин Д.А., Фролов И.В.</i>	348
ПРАКТИКА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	
<i>Нуштаева А.В.</i>	353
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ СИНТАКСИЧЕСКИХ ЕДИНСТВ НЕМЕЦКОГО И АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКОВ В КОНТЕКСТЕ МУЛЬТИЛИНГВАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗАХ	
<i>Рыбкина С.Н.</i>	358
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ВЫХОД ИЗ СЛОЖИВШЕЙСЯ СИТУАЦИИ 2020 ГОДА	
<i>Саркисян З.М.</i>	364
СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СИСТЕМНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА	
<i>Сигитова Л.И.</i>	369
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ПУТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА	
<i>Склярова О.Н.</i>	374

АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СЛУШАТЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МЧС РОССИИ	
<i>Стельмах А.А., Симоненко А.С., Бекк А.А.</i>	380
ВОПРОСЫ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ	
<i>Тазов П.Ю.</i>	385
ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ПО АЛГЕБРЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 9-ГО КЛАССА	
<i>Трофимова М.Л., Афанасьев А.Е.</i>	392
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	
<i>Фадеева К.Н.</i>	397
СОДЕРЖАТЕЛЬНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА К ИННОВАЦИОННОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Чугунова С.В., Овчинникова Л.П., Михелькевич В.Н.</i>	402

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

INFRASTRUCTURE CONCEPT OF DIGITAL HETEROGENEOUS DECENTRALIZED POWER GRID USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND SMART CONTRACTS <i>Belkin P.A., Rostovskiy N.S.</i>	207
DEVELOPMENT OF A VIRTUAL COMPUTING SYSTEM WITH SUPPORT OF LOAD BALANCING TO INCREASE CALCULATION EFFICIENCY <i>Bogdanov A.V., Tkherein Kyaw Lwin, Kyaw Zaya, Pyae Sone Ko Ko</i>	214
SEQUENTIAL METAHEURISTICS FOR PRIORITY PACKAGING PROBLEM WITH INCOMPATIBLE CATEGORIES <i>Voronov V.S., Peresunko P.V., Videnin S.A., Matyukhin N.E.</i>	220
THE USE OF INFORMATION SYSTEMS TO MANAGE COMPLEX INFRASTRUCTURE OF RAILWAY TRANSPORT <i>Gorelik A.V., Dorokhov V.S., Orlov A.V., Skripnichenko I.G., Sherstyukov O.S.</i>	228
REDUCING FUEL CONSUMPTION OF DIESELS BY DISCONNECTING PART OF THE CYLINDERS WHEN OPERATING IN MODES IDLE SPEED <i>Gots A.N., Guskov V.F., Temnov A.M.</i>	234
MULTI-CRITERIA SELECTION OF STORAGE AREA NETWORK EQUIPMENT <i>Zemtsov A.N., Tran Dung Khanh</i>	241
OBTAINING AN EMOTIONAL RESPONSE MODEL IN PUPILLOGRAMS <i>Isayeva O.L., Boronenko M.P., Kiseleva Ye.S., Zelenskiy V.I.</i>	248
IDENTIFICATION OF ZEROS AND EXTREMA OF FUNCTIONS BASED ON SORTING WITH AN APPLICATION TO STABILITY ANALYSIS. II. THE CASE OF TWO REAL AND ONE COMPLEX VARIABLE <i>Romm Ya.E.</i>	254
REMOTE CONTROL OF THE SELF-CONTAINED HEATING SYSTEM <i>Sereda S.N.</i>	283
METHODS FOR CALCULATING NON-STEADY MOTION INDICATORS OF LOG TRUCKS WITH MECHANICAL TRANSMISSION <i>Skrypnik V.I., Kuznetsov A.V.</i>	288
IMPROVING THE STABILITY OF HIGH-SPEED GAS TURBINES <i>Khvostikov A.S.</i>	293
THE STUDY OF OPTIMIZATION OPPORTUNITIES FOR CONTROL PROGRAMS FOR CNC MACHINES IN THE PROCESSING OF OUTER RINGS OF ROLLER BEARINGS <i>Khudyakov K.V., Khilko P.R., Kramer I.A.</i>	299
REVIEWS	
SCIENTIFIC REVIEW OF DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF MEANS OF FORCED STOPPING OF VEHICLES <i>Litvinov A.V., Knyazev K.S., Lichman A.V., Kolobashkin A.V., Koritz S.I., Bokova I.B., Chichin S.V.</i>	304

ARTICLES

FACTORS DETERMINING SPECIFIC FEATURES OF FORMING FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE IN STUDENTS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF PHYSICAL CULTURE	
<i>Bgantseva I.V., Bozhenova N.A., Litvinova E.A.</i>	310
FEATURES OF THE CHOICE OF TASKS WHEN STUDYING THE BASICS OF PROGRAMMING IN SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION	
<i>Bespalko A.A., Sochneva N.V., Toshev A.P.</i>	317
HUMANISTIC PEDAGOGY RESOURCES IN THE PROCESS OF PREPARING PILOTS FOR EMERGENCY ACTIONS	
<i>Biryukov A.A.</i>	322
ESSENCE AND CONTENT OF ETHNOPEDAGOGIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN A PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATION	
<i>Gordeeva O.N., Kozhanov I.V.</i>	328
FOR THE SUBSTANTIATION OF THE MODEL OF SOCIO-PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE FAMILY AS A SUBJECT OF DESIGNING INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY OF CHILDREN	
<i>Grebennikova V.M., Ignatovich V.K., Ignatovich S.S.</i>	333
IMPROVING COMMUNICATION SKILLS STUDENTS OF THE LAW INSTITUTE OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA IN THE COURSE OF STUDYING THE DISCIPLINE «RUSSIAN LANGUAGE IN BUSINESS DOCUMENTATION. CULTURE OF SPEECH».	
<i>Dovgan E.A.</i>	338
RELATIONSHIP OF PSYCHOLOGICAL INSTALLATIONS WITH PROFESSIONAL SELF-REALIZATION IN WOMEN IN ADULTS	
<i>Kolkova S.M., Chernogubova S.G., Stoyanova E.I., Zhivaeva Yu.V.</i>	343
CONTENT ELEMENTS OF THE INTERPRETIVE MODEL OF THE INTUITIVE COMPONENT OF GEOMETRIC TRAINING OF STUDENTS	
<i>Kurdin D.A., Frolov I.V.</i>	348
PRACTICE OF DISTANCE LEARNING AT HIGHER SCHOOL	
<i>Nushtaeva A.V.</i>	353
ON PECULIARITIES OF TOPOLOGICAL MEANS OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE BASIC SYNTACTIC UNITIES OF GERMAN AND ENGLISH LANGUAGES IN THE CONTEXT OF MULTILINGUAL TEACHING IN NON-LINGUISTIC UNIVERSITIES	
<i>Rybkina S.N.</i>	358
THE POSITIVE AND NEGATIVE ASPECTS OF DISTANCE LEARNING AS A WAY OUT OF THE CURRENT SITUATION IN 2020	
<i>Sarkisyan Z.M.</i>	364
CONTENT AND FORMS OF TRAINING OF MASTERS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL EDUCATION IN CONDITIONS OF SYSTEMIC TRANSFORMATION OF MODERN SOCIETY	
<i>Sigitova L.I.</i>	369
INDEPENDENT ACTIVITY IS A WAY OF FORMING PROFESSIONAL AND PERSONAL COMPETENCIES OF MILITARY UNIVERSITY CADETS	
<i>Sklyarova O.N.</i>	374

ASPECTS OF THE PROBLEM OF FORMATION OF VALUE ATTITUDE TO PROFESSIONAL
ACTIVITY OF STUDENTS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

Stelmakh A.A., Simonenko A.S., Bekk A.A. 380

DIGITAL LEARNING ISSUES AND METHODS FOR INCREASING THE DIGITAL
GENERATION LEARNING EFFICIENCY IN DIGITAL ENVIRONMENT

Tazov P.Yu. 385

THE USE OF INTER-SUBJECT HOME ASSIGNMENT IN ALGEBRA FOR THE DEVELOPMENT
OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS IN GRADE 9

Trofimova M.L., Afanasev A.E. 392

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF FORMATION OF INFORMATION CULTURE
OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Fadeeva K.N. 397

CONTENT AND ACTION RELATED COMPONENTS OF READINESS OF TRANSPORT
UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE PROFESSIONAL ACTIVITY

Chugunova S.V., Ovchinnikova L.P., Mikhelkevich V.N. 402

СТАТЬИ

УДК 004.9:338

**КОНЦЕПЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ
ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН И СМАРТ-КОНТРАКТОВ**

Белкин П.А., Ростовский Н.С.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: info@mephi.ru

Возобновляемые источники энергии находят все большее применение по всему миру. Однако одним из ключевых их недостатков остается нестационарность генерируемых мощностей. В случае небольшого отказа высокосинхронизированной сети может возникнуть масштабное отключение электроэнергии, что в свою очередь приводит к отказу в предоставлении сервиса конечным потребителям, ожидающим регулярной поставки электроэнергии. В этой статье рассматривается проблема организации децентрализованной энергетической сети, обеспечивающей постоянный поток мощности, при использовании нескольких источников генерации с учетом как физических, так и финансовых аспектов. В качестве решения по физическому устройству сети предлагается разбить существующую древовидную энергетическую сеть на ячейки, в которых происходит генерация и распределение мощности. Для решения по контролю и организации рынка торговли электроэнергией и мониторинга инфраструктуры используются технологии блокчейн и смарт-контракты. Первая позволяет решать задачи надежного хранения данных и прогнозирования на их основе рыночной ситуации в части спроса и предложения на электроэнергию. Благодаря второй технологии может быть обеспечена автоматизация процессов заключения договорных отношений. Все это является частью большой концепции управления сетью на основе данных.

Ключевые слова: цифровая трансформация, блокчейн, блокчейн-платформы, возобновляемые источники энергии, распределенная генерация, децентрализованное управление, потребление электроэнергии, торговля энергией

**INFRASTRUCTURE CONCEPT OF DIGITAL HETEROGENEOUS
DECENTRALIZED POWER GRID USING BLOCKCHAIN
TECHNOLOGY AND SMART CONTRACTS**

Belkin P.A., Rostovskiy N.S.

National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, e-mail: info@mephi.ru

Renewable energy sources are increasingly used around the world. However, one of their key shortcomings remains the non-stationary nature of the generated capacities. In the event of a small failure of a highly synchronized network, a large-scale power outage can occur, which in turn leads to a denial of service to end consumers waiting for a regular supply of electricity. This article discusses the problem of organizing a decentralized energy network that provides a constant flow of power when using multiple sources of generation, taking into account both physical and financial aspects. As a solution for the physical structure of the network, it is proposed to split the existing tree-like energy network into cells in which power generation and distribution takes place. Blockchain technologies and smart contracts are used to address the control and organization of the electricity trade market and infrastructure monitoring. The first allows you to solve problems, reliable data storage and forecasting on the basis of them the market situation in terms of supply and demand for electricity. Thanks to the second technology, automation of the process of concluding contractual relations can be provided. All of this is part of a large data-driven network management concept.

Keywords: digital transformation, blockchain, blockchain platforms, renewable energy sources, distributed generation, decentralized management, electricity consumption, energy trade

Возобновляемые источники энергии находят все большее применение по всему миру. Однако одним из ключевых их недостатков остается нестационарность генерируемых мощностей. В случае небольшого отказа высокосинхронизированной сети могут возникать каскадные сбои в поставках электроэнергии [1]. Такие технологии, как интеллектуальные сети (Smart Grid) и микросетки (microgrid) [2], являются лишь составной ее частью и не решают данной проблемы [3].

Для повышения устойчивости и уменьшения потенциальной зоны поражения в случае каскадных сбоев необходимо

осуществить разбиение текущей сетевой инфраструктуры на более мелкие сегменты. Данные сегменты можно соединять посредством различного рода физических преобразователей и подключать каждый из сегментов в виде множества IP адресов, находящихся в ведении у цифрового маршрутизатора [4]. Это интеллектуальное устройство, которое содержит в себе как функции физического преобразования электроэнергии, так и функции хранения, регистрации и последующего доступа к данным в рамках цифровой сети.

Помимо умного/цифрового маршрутизатора, который регистрирует всю вырабо-

танную, переданную, сохраненную и потребленную энергию, а также такие свойства, как местоположение, время, источник питания, цена, в сети еще располагаются такие элементы, как умные/цифровые контроллеры, которые связываются с маршрутизатором и интеллектуальным счетчиком у потребителя и прогнозируют предложение и спрос на электроэнергию, и выполняют торги, покупая и продавая энергию через одноранговую сеть с использованием технологии блокчейн [5].

Цифровой маршрутизатор получает результаты торгов, запрашивая данные у контроллера и передает заказчику желаемую электроэнергию. При этом еще одной функцией контроллера является считывание показателей интеллектуального счетчика после того, как данные о начале торгов были представлены в сеть. В случае, если обговоренное количество энергии было доставлено, то данные о сделке публикуются в блокчейн и осуществляется оплата поставки поставщику, определяемого на основе адреса, зафиксированного в данных маршрутизатора.

Все заявки должны точно выполняться автономным электрооборудованием (так называемыми автономными экономическими агентами) или автономными энергетическими ячейками. Измерения и проверки также выполняются точно и регистрируются в виде журналов аудита данных в блокчейне. Блокчейн обеспечивает аутентичность, целостность и временные метки для данных IoT устройств в форме так называемых цифровых близнецов [6]. Цифровая валюта с токенами [5] используется для прямых финансовых транзакций между сторонами, которые ранее были неизвестны. Эти механизмы автономны, управляются программным обеспечением и связаны с данными IoT о физических передачах. Гибридная структура традиционных энергосистем и ячеек цифровой сети позволит улучшить системы возобновляемой энергии [7]. Проверка совпадения покупки и продажи энергии через рынок становится уравнивающим механизмом спроса и предложения на электроэнергию, контроль исполнения и финансы с использованием технологии блокчейн могут обрабатываться единым образом.

Целью исследования, проводимого в данной работе, является описание концепции программно-управляемой архитектуры в сети P2P и потенциала ее использования для регионов РФ.

Материалы и методы исследования

Основные компоненты цифровой сети

Цифровая сеть – глобальная синхронизированная система электропитания,

которая подразделяется на системы или подсети электропитания меньшего или среднего размера. Она состоит из следующих компонентов:

Цифровые сетевые маршрутизаторы (ЦСМ). Цифровые сети подключаются асинхронным образом через цифровые сетевые маршрутизаторы (ЦСМ). Таким образом могут быть подключены различные электрические устройства, начиная от генераторов и аккумуляторов и вплоть до мелкой бытовой техники. Все они для ЦСМ представляют собой перечень IP адресов или идентификаторов блокчейна и могут управляться с помощью цифровых сетевых контроллеров (ЦСК). Помимо данных о физической поставке и распределении энергии необходимо организовать процесс покупки и продажи электроэнергии на локальном рынке. В качестве эффективного инструментария технология блокчейн является хорошим кандидатом. Тем более что опыт внедрения данной технологии для таких приложений, как управление электропитанием, и финансовых транзакций уже существует [8].

С точки зрения физического устройства цифровой сетевой маршрутизатор (ЦСМ) представляет собой шину постоянного тока, к которой подключены двунаправленные инверторы переменного или постоянного тока (рис. 1). Эта концепция расширяет существующую модель двухсторонней связи, которая использует сторону постоянного тока двух двунаправленных инверторов переменного/постоянного тока в качестве общей шины. Основной задачей таких соединений является распределение только активной мощности в обоих направлениях. Таким образом, обмен мощностью между несколькими клеммами переменного тока возможен независимо от частоты или напряжения, обрабатывается даже постоянный ток от источников, таких как батареи или фотоэлектрические элементы питания (PV) [9].

Все инверторы/точки подключения к ЦСМ маркируются адресами в блокчейне и должны пройти первичную регистрацию для подключения к потреблению в сети. Можно говорить о том, что ЦСМ является «программно-определяемым» многоцелевым многоконтактным инвертором, который управляется программным обеспечением в специальном модуле управления. Данный модуль может быть реализован в виде отдельного тонкого клиента для обеспечения управления маршрутизацией тока в сети.

Функциями данного элемента цифровой сети является управление величиной мощности, временем и направлением поставки электроэнергии. Таким образом, используя данный функционал, можно сгруппировать

мощности постоянной величины за 15 или 30 мин как один энергопакет и рассматривать продажу электроэнергии как продажу физических продуктов. Тогда традиционную электроэнергетическую систему можно рассматривать, как высокоскоростную транспортную дорогу товаров, ведущую на различные малые базы потребления, а ячейку можно рассматривать как производственную базу и базу потребления.

Цифровой сетевой контролер (ЦСК)

Всей этой высокоскоростной логистикой необходимо управлять. Задачу такой командной башни в цифровой энергетической сети решает цифровой сетевой контролер. (ЦСК). Его схематичное устройство и связи представлены на рис. 2. ЦСК отдает приказания поглощать, потреблять и генерировать отдельные пакеты мощности, связанные с солнечной энергией, ветром, нагрузкой и накоплением энергии. В случае отправки какого-либо задания на обслуживающий ячейку маршрутизатор, создается запись в блокчейне с указанием адреса отправителя пакета мощности, периода отправки данного пакета мощности,

величины пакета, источника мощности (тип генератора), а также адрес получателя.

Указание типа генератора необходимо для сети, в которой одновременно существуют разные типы генерации. Такой сценарий однозначно будет существовать ввиду нестационарности генерируемых мощностей ВИЭ. К примеру, в изолированных регионах РФ, при внедрении альтернативных источников, могут остаться дизельные энергоустановки. Эти установки необходимо каким-то образом выводить из эксплуатации. С планированием этих работ может помочь платформа на базе технологии блокчейн.

Блокчейн-платформа

Данные, которые хранятся в блокчейн, могут быть использованы для сравнения производимых объемов мощности между типами генерации за определенный временной период. Эта аналитика может быть полезна при принятии решения о сроке и стратегии, когда и как выводить устаревшие технологии генерации. Пример структуры таблицы учета передачи пакетов мощности представлен в табл. 1.

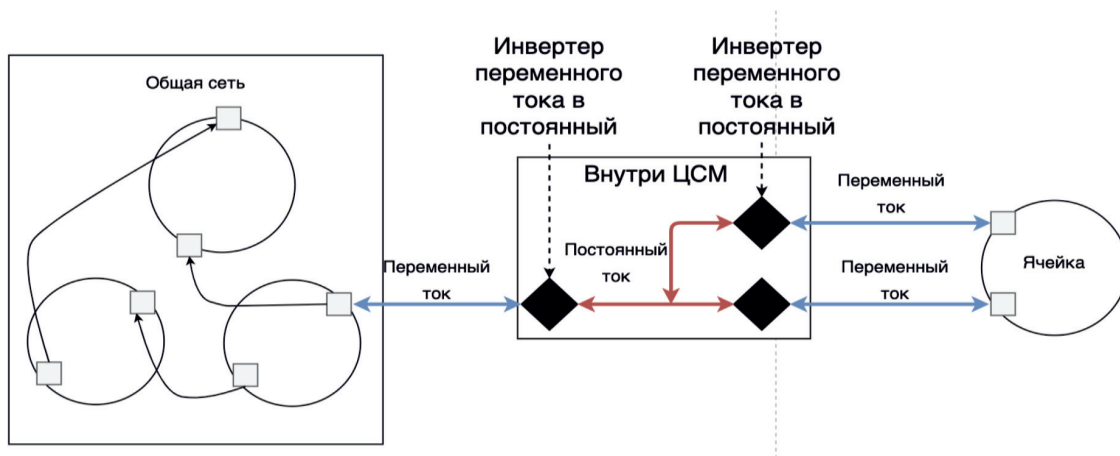


Рис. 1. Схематичное устройство цифрового сетевого маршрутизатора

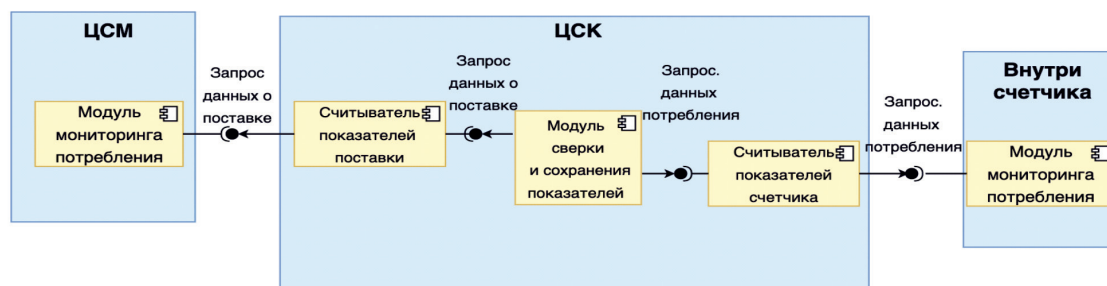


Рис. 2. Пример схемы устройства цифрового сетевого контроллера

Таблица 1

Структура таблицы учета передачи пакетов мощности

ID транзакции, UUID	Адрес отправителя, хэш-код	Дата/Время отправки, Дата	Дата/Время окончания, Дата	Объем пакета мощности, кВт	Адрес получателя, хэш код	Тип генератора	Успех, логический
dsgdgs	0xbabf9090c	11.02.2019 10:00:00	11.02.2019 10:30:00	P	0x6c9090c	PV	да

Таблица 2

Структура таблицы покупки/продажи пакетов мощности

Адрес отправителя валюты, хэш код	Дата/Время отправки, Дата	ID транзакции, UUID	Тариф, битрубль	Сумма, битрубль	Успех, логический
0xbabf9090c	11.02.2019 10:00:00	dsgdgs	2,9	2,9P	да

Для того, чтобы понять, успешной или нет была передача электроэнергии от источника, проверка условий контракта выполняется на основе опроса контролером интеллектуального счетчика, расположенного у потребителя. Если данные совпадают, то цифровой контролер принимает решение о выдаче оплаты продавцу электроэнергии на адрес отправителя, указанный в табл. 1. Финансовые транзакции записываются в блокчейн также в виде записи, содержащей столбцы, указанные в табл. 2.

Таким образом, остается цифровой след физической передачи электроэнергии и финансовой транзакции. Все записи в блокчейне проходят процесс кросс-валидации или так называемого консенсуса, который задается определенным алгоритмом на платформе. Таким образом, нивелируются риски от кибератак со стороны злоумышленников.

Эволюция энергосетей в контексте перехода на ВИЭ

Текущая архитектура энергетической сети представляет из себя *древовидную распределительную сеть*, корнем которой является главный генератор. Он подает все электричество на местные локальные участки сети через сеть передачи/распределения, подобную стволу дерева или ветви. Поток мощности является однонаправленным от генератора к источнику.

Когда начинается перевод энергосети на распределенные генераторы, такие как солнце, ветер, аккумуляторы, газовые двигатели и т.д., начинается так называемый переходный период. В таком случае распределенный источник питания установлен на конце сети распределения электроэнергии и колебания напряжения будут происходить на местном конце распределения энергии. Однако уровень напряжения должен поддерживаться в определенном диапазоне для электрических приборов клиентов. Воз-

никает проблема сложности контроля уровня напряжения.

Система энергетических ячеек (*ячеистая сеть*) намного привлекательнее, поскольку с помощью нее можно контролировать поток энергии по этим множественным путям. Однако и в этом подходе существуют свои недостатки. С точки зрения теории электричества [10] для маршрутизации тока можно использовать только один путь, образуя, по сути, радиальную сеть. Именно из-за электрической проблемы электрическая энергия не может образовываться в виде ячеистой сети. Хорошим решением будет наличие инверторного соединения между сетками (или листьями дерева в древовидной сети). Ток в контуре и потери тока будут контролироваться. ЦСМ использует несколько таких соединений в своей структуре и позволяет решить такого рода проблемы.

Ячеистые сети, управляемые ЦСМ, обладают гибкостью в направлении потока мощности, имеют механизм резервирования и становятся энергосистемой с высокой надежностью, даже когда вырабатывается много возобновляемой энергии. Однако возникает проблема управления такой ячеистой сетью. Нереально вручную постоянно анализировать огромное количество потоков энергии, полученных от ЦСМ, и контролировать ЦСК. Также возникают проблемы безопасности из-за геораспределенности источников данных. Данную проблему предлагается решить с использованием технологии блокчейна.

Блокчейн как средство контроля

Децентрализованная информационная технология использует одноранговые сети и позволяет хранить данные IoT в защищенном от кибератак виде, установить контрольные данные (задать рыночные правила игры), обеспечить все данные не-

изменными отметками времени, а также разрешить прямые сделки с контрагентами между ранее неизвестными сторонами без привлечения посредников. Такие сделки могут проводиться между машинами ЦСМ и ЦСК. В случае увеличения потребления в одной ячейке и возможности покрытия спроса другой ячейкой, ЦСК нуждающейся ячейки может послать запрос на соседний ЦСК о необходимости удовлетворения спроса за счет их генераторов. ЦСК, получив последние сведения о потреблении в своей ячейке, принимает решение о проведении этой сделки. Эти операции могут происходить автоматически с использованием таких технологий, как блокчейн (хранение данных), смарт-контракты (регулирование сделок) и машинное обучение (для прогнозирования будущего спроса и принятия решения о выделении ресурсов).

Встраивание блокчейна в цифровую сеть осуществляется с помощью внедрения программного модуля, который устанавливается на устройство, чтобы осуществить идентификацию и дать возможность осуществлять транзакции через сеть P2P. Это может быть реализовано в следующих вариантах реализации: 1) в виде микроконтроллера с крипто-чипом, хранящим уникальную пару секретных ключей; 2) легкого клиента для устройств IoT. (актуально для использования в интеллектуальных счетчиках); 3) полноценного клиента блокчейн. Данный клиент включает из себя полный набор функций, в том числе аналитику, построение прогнозов, инфраструктурный мониторинг и, самое главное, возможность принятия решения в зависимости от данных вручную человеком. Такой формат особенно необходим для администраторов ячеек, которые занимаются управлением и обслуживанием сети, для инвесторов, для возможности оценки объема рынка и потенциальной выгоды от инвестиций.

Для жителей региона наилучшим образом подходит сочетание тонкого клиента, располагаемого на мобильном устройстве или планшете, и микроконтроллера, установленного в счетчике. ЦСМ/ЦСК подключается либо к цифровому шлюзу, на котором работает клиент блокчейна, либо к другому устройству, на котором работает клиент блокчейна.

Благодаря достоверности и целостности данных можно создать полное цифровое представление об участниках сети. Все метаданные и данные датчиков могут храниться в так называемом *цифровом двойнике* участника физической сети, включая его репутацию/рейтинг, контрольный журнал данных и отметок времени. Еще одним важ-

ным преимуществом использования технологии блокчейна является возможность использования интеллектуальных контрактов для передачи прав собственности на объекты инфраструктуры. Это позволяет получать своего рода арендные платежи в виде комиссии со сделок (за участие в процессе подтверждения) и процента с продаж. Такое владение объектами позитивным образом может сказываться на скорости подтверждения транзакций и работы сети в целом из-за заинтересованности в участии подтверждения сделок ради получения дополнительной прибыли и потенциального увеличения рейтинга на платформе. Схематично физическое размещение можно изобразить так, как это представлено на рис. 3.

Администрирование умной сети и статистика

Условия работы смарт-контрактов, их начальные параметры могут быть заданы администратором сети, каким может являться правительство страны. Еще одним из главных преимуществ использования блокчейна в такой цифровой сети является наличие данных обо всех устройствах, подключенных к блокчейну, и их идентификация (например, входное устройство регистрируется в ЦСМ как солнечный генератор, включая его идентификатор, происхождение, модель используемых генерирующих мощностей). Данные о таких устройствах могут быть использованы для предварительных расчетов уровней надежности, прогнозного значения мощности и реальной себестоимости производства энергии.

Такие данные могут использоваться для генерации зеленого сертификата на энергию [11]. Выпуск таких инструментов позволяет поддерживать проекты по ВИЭ и получать субсидирование государства и инвестиции от частных компаний. Данные инструменты также могут быть реализованы с использованием технологии смарт-контрактов для прозрачности процессов платежей и переводов, что позволяет отслеживать процесс выполнения договоренностей и контроль независимыми организациями.

Результаты исследования и их обсуждение

Переход на использование распределенной генерации возможен при условии использования цифровых технологий и перестройке энергетических сетей в ячеистую структуру. Это поможет полностью автоматизировать существующие процессы по контролю и учету электроэнергии.

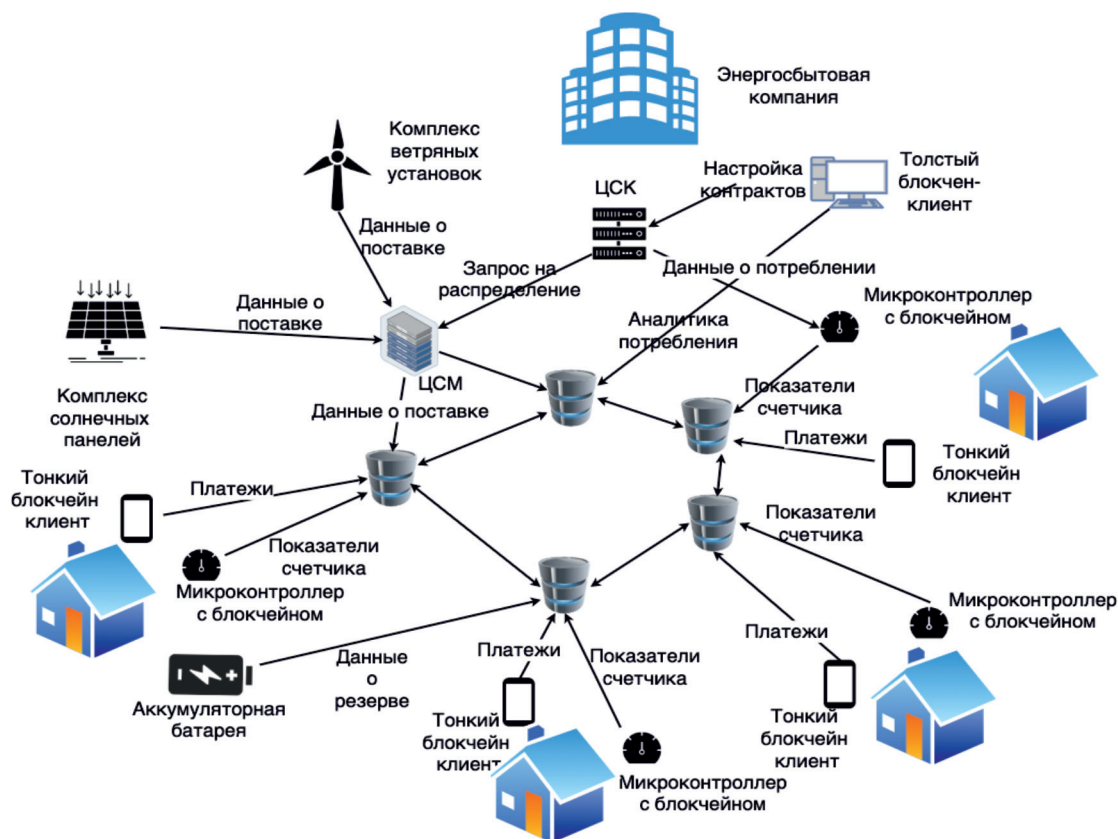


Рис. 3. Пример структуры энергетической ячейки

Еще одним важным направлением в адаптации данных технологий является нормативно-правовое регулирование, а именно закрепление на уровне законодательства новых рыночных механизмов и технологий по их обеспечению. Успешными наработками уже обладают Япония, Германия, Эстония и другие страны [12]. Также большим подспорьем является реализация проектов по зеленой сертификации для материального обеспечения реализации проектов на ВИЭ. Преимуществом для использования цифровой сети в нашей стране является наличие данных для принятия решения по выводу устаревших установок и сетевой инфраструктуры из оборудования. При этом решение может быть принято на различных уровнях и независимыми сторонами, что снижает риски принятия неправильных управленческих решений.

Заключение

В данной работе была представлена концепция инфраструктуры цифровой гетерогенной энергетической сети, основными компонентами которой являются цифровые сетевые маршрутизаторы, как средства

преобразования тока, цифровые сетевые контроллеры, как инструмент управления и распределения мощности в сети, технологии IoT и блокчейн, как инструменты поставки и хранения данных о происходящем в реальной сети.

Еще одним фундаментальным шагом является разбиение текущей инфраструктуры на энергетические ячейки с возможностью автономного распределения и генерации. Это позволяет сохранить допустимый уровень надежности сети и качество сервиса для конечного потребителя при переходе на распределенную генерацию.

Список литературы

1. Pahwa Sakshi, Scogli Caterina, Scala Antonio. Abruptness of Cascade Failures in Power Grids. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/259724731_Abruptness_of_Cascade_Failures_in_Power_Grids (date of access: 10.06.2020).
2. Aloysius Damar Pranadi. Microgrids and Smart Grids in Definition. ASEAN Centre for Energy. [Electronic resource]. URL: <https://aseanenergy.org/microgrids-and-smart-grids-in-definition> (date of access: 01.06.2020).
3. Huang Zhen, Wang Cheng, Zhu Tieying, Nayak Amiya. Cascading Failures in Smart Grid: Joint Effect of Load Propagation and Interdependence. ResearchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/286384953_Cas

cading Failures in Smart Grid Joint Effect of Load Propagation and Interdependence (date of access: 05.06.2020).

4. Xu Yi, Zhang Jianhua, Wang Wenye, Juneja Avik, Bhattacharya Subhashish. Energy Router: Architectures and Functionalities toward Energy Internet. ReserchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/254011993_Energy_Router_Architectures_and_Functionalities_toward_Energy_Internet (date of access: 07.06.2020).

5. Melanie Swan. Blockchain. O'Reilly Media. 2015. 149 p.

6. Keith Shaw, Josh Fruhlinger. What is a digital twin and why it's important to IoT. Networkworld Digital. [Electronic resource]. URL: <https://www.networkworld.com/article/3280225/what-is-digital-twin-technology-and-why-it-matters.html> (date of access: 08.06.2020).

7. Zohuri Bahman. Hybrid Renewable Energy Systems. ReserchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/321303215_Hybrid_Renewable_Energy_Systems (date of access: 06.06.2020).

8. Белкин П.А., Ростовский Н.С., Посмаков Н.П. Применение технологии блокчейн в электроэнергетике как связующей цифровой технологии при переходе на децен-

трализованную генерацию // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 3. С. 19–24.

9. Abe Rikiya, Taoka Hisao, Mcquilkin David. Digital Grid: Communicative electrical grids of the future. ReserchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/224196147_Digital_Grid_Communicative_electrical_grids_of_the_future (date of access: 10.06.2020).

10. Абрам А., Беккер Р. Теория электричества. М.: ОНТИ, 1936. 281 с.

11. Verhaegen Karolien, Meeus Leonardo, Belmans. Ronnie. Towards an international tradable green certificate system – The challenging example of Belgium. ReserchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/222516482_Towards_an_international_tradable_green_certificate_system-The_challenging_example_of_Belgium (date of access: 10.06.2020).

12. Merlinda Andoni, Valentin Robu, D. Flynn, Simone Abram, Dale Geach, David Paul Jenkins, Peter McCallum, Andrew Peacock. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. ReserchGate. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/328760651_Blockchain_technology_in_the_energy_sector_A_systematic_review_of_challenges_and_opportunities (date of access: 21.05.2020).

УДК 004.051:004.725

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОДДЕРЖКОЙ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТА

¹Богданов А.В., ¹Тхуреин Киав Лвин, ²Чжо За, ²Пья Сон Ко Ко

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Петергоф,
e-mail: bogdanov@csa.ru, trkl.mm@mail.ru;

²Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербург,
e-mail: kyawzaya4436@gmail.com, pyaesonekoko@gmail.com

Предложен метод разработки и построения виртуальной вычислительной среды, обеспечивающей эффективную вычислительную мощность за счет динамического распределения нагрузки, управления ресурсами, миграции процессов на узлах вычислительной среды с использованием технологии виртуализации и единого образа операционной системы. Во-первых, мы проиллюстрировали методы интеграции многоуровневых приложений для эффективного управления ресурсами компьютерной системы. А также представлена возможность получения значительного ускорения при выполнении параллельных и многозадачных приложений с использованием миграции процессов для повышения эффективности вычисления. В данной статье анализируется оптимизация метакомпьютинга с помощью единого образа операционной системы на основе четырехузловой кластера с различной аппаратной процессора и программным обеспечением, обеспечивающим единый образ операционной системы для кластера. Во-вторых, мы проанализировали MPI программирование с MOSIX и без него, чтобы оценить возможности параллельных вычислений. Эти испытания проводились под контролем операционной среды MOSIX, с использованием и без использования схемы миграции процессов. Результаты этих тестов наглядно демонстрируют преимущества использования миграции процессов. После всех этих исследований мы запустили научные приложения в нашей разработанной вычислительной среде для проверки эффективности нашей системы.

Ключевые слова: виртуализация, процесс миграции, единый образ операционной системы (SSI), Mosix

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL COMPUTING SYSTEM WITH SUPPORT OF LOAD BALANCING TO INCREASE CALCULATION EFFICIENCY

¹Bogdanov A.V., ¹Tkhurein Kyaw Lwin, ²Kyaw Zaya, ²Pyae Sone Ko Ko

¹Saint-Petersburg State University, Peterhof, e-mail: bogdanov@csa.ru; trkl.mm@mail.ru;

²Saint-Petersburg state marine technical university, Saint Petersburg,
e-mail: kyawzaya4436@gmail.com; pyaesonekoko@gmail.com

A method for developing and building a virtual computing environment that provides efficient computing power due to dynamic load distribution, resource management, migration of processes on the nodes of the computing environment using virtualization technology and a single operating system image is proposed. First, we have illustrated methods for integrating multi-level applications for effective management of computer system resources. It also presents the possibility of getting significant acceleration when running parallel and multitasking applications using process migration to improve the efficiency of computing. This article analyzes how to optimize meta-computing using a single operating system image based on a four-node cluster with different hardware and software that provides a single operating system image for the cluster. Second, we analyzed MPI programming with and without MOSIX to evaluate the capabilities of parallel computing. These tests were performed under the control of the MOSIX operating environment, with and without the use of a process migration scheme. The results of these tests clearly demonstrate the advantages of using process migration. After all this research, we launched scientific applications in our developed computing environment to test the effectiveness of our system.

Keywords: virtualization, process migration, single system image (SSI), Mosix

Современные компьютерные технологии позволяют создать дешевые многомашинные комплексы с общими вычислительными ресурсами. Такие системы обеспечивают низкую стоимость для вычислений, хорошо масштабируемы, имеют высокий уровень надежности, имеют апробированные инструментальные средства для конструирования, отладки и анализа параллельных программ. В данной статье предлагается новый инструментарий для этих целей, включающий методики построения эффективной вычислительной среды

и интеграцию стека программ для повышения общей производительности вычислений. Для построения эффективных вычислительных сред необходимы эффективные системы балансировки нагрузки, системы управления ресурсами и эффективные системы обработки данных. Балансировка нагрузки позволяет распределить избыточную локальную нагрузку по всем узлам вычислительной системы и оптимизировать использование имеющихся ресурсов, тем самым минимизируя расход ресурсов. А также помогает реализовать отказоустой-

чивость, обеспечивая масштабируемость, избегая узких мест и чрезмерной подготовки и сокращая время отклика [1, 2].

Целью данной работы является увеличение вычислительной мощности при объединении гетерогенных вычислительных ресурсов в единый вычислительный комплекс для эффективного управления вычислительными ресурсами и запуск приложений в распределенной виртуальной среде для анализа производительности. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- разработка нового подхода к построению операционного окружения, обеспечивающего увеличение вычислительной мощности за счет динамической балансировки нагрузки и миграции процессов на узлах виртуальной вычислительной среды;

- интеграция комплекса программ и инструментария для оптимизации виртуальной гетерогенной системы и запуск специализированных задач для анализа производительности вычислительных сред.

Виртуализация

Благодаря поддержке технологий виртуализации физический сервер можно разделить на несколько изолированных сред выполнения путем развертывания уровня (т.е. виртуальной машины с диспетчером (VMM) или гипервизором) поверх аппаратных ресурсов или операционной системы (ОС). Среды выполнения на сервере, то есть виртуальные машины (ВМ), работают без взаимного прерывания друг друга [3].

Каждая виртуальная машина имеет свою собственную ОС и приложения. Это дает нам возможность консолидировать и объединять ресурсы таким образом, они могут быть распространены на различные приложения, чтобы компенсировать ограничения, связанные с сокращением ресурсов и растущими потребностями бизнеса. Виртуальные машины позволяют пользователям создавать, копировать, сохранять (контрольная точка), читать и изменять, совместно использовать, переносить и откатывать состояние выполнения машин со всей легкостью манипуляции с файлом. Эта гибкость обеспечивает значительную ценность для пользователей и администраторов. Следовательно, виртуальные машины быстро внедряются во многие вычислительные среды [4].

Монитор распределенной виртуальной машины

Поскольку монитор распределенной виртуальной машины обеспечивает сильную изоляцию между виртуальными машинами и физическими машинами, то администра-

тор может передать полный контроль виртуализированного оборудования пользователям виртуальных машин, без раскрытия критических ресурсов. Эта функциональность значительно усиливает достижение безопасного и удобного виртуального хостинга. Кроме того, механизм резервного копирования виртуальных машин позволяет уменьшить последствия системных сбоев и взломов. С использованием распределенного монитора виртуальных машин (DVMM) на основе аппаратной поддержки технология виртуализации обеспечивает поддержку нативной операционной системы и работает прозрачно на распределенных узлах кластера [5, 6].

Единый образ операционной системы (SSI)

SSI означает, что все распределенные ресурсы объединены для пользователей в единый комплекс с универсальным интерфейсом, пользователям не нужно управлять каждым узлом вычислительной среды. SSI включает в себя некоторые атрибуты, такие как единое пространство памяти, одна система ввода-вывода, одна файловая система, система управления задачами и так далее. Ключевые атрибуты SSI реализованы в едином пространстве памяти и едином пространстве для вычислений. Кластеры SSI могут быть реализованы на аппаратном, промежуточном и прикладном уровнях. В принципе, архитектуры для многопроцессорных систем можно разделить на две группы: с когерентным распределенной памяти, таких как SMP и ccNUMA системы, и без таковых, типа сетей рабочих станций, соединенных Ethernet. Общие системы памяти обеспечивают простые модели программирования, совместимые с большой базой существующих приложений и операционных систем. Большинство существующих операционных систем поддерживают такие архитектуры; это относительно простая задача, даже если и не с оптимальной производительностью. Кроме того, они, естественно, реализуют единый образ операционной системы (SSI), где есть один экземпляр операционной системы с одним пространством ресурсов. Единый ресурс означает, что вычисления могут прозрачно мигрировать между процессорами, чтобы сбалансировать нагрузку [7].

Система MOSIX

MOSIX – это мультимашинная операционная система с децентрализованным управлением. Система Mosix основана на Unix и предоставляет единый образ, как будто используется один компьютер с несколькими процессорами. Её основные характеристики сосредоточены на простоте

использования, создавая впечатление работы на одном компьютере с несколькими процессорами. Уникальные возможности системы Mosix включают автоматическое обнаружение ресурсов, динамическое распределение рабочей нагрузки с помощью миграции процессов и приоритетный метод, позволяющий процессам мигрировать между узлами в мультикластерах. Преимущество доступных ресурсов за пределами выделенных узлов в любом частном кластере [8]. Mosix создает виртуальный компьютер, который обеспечивает автоматическую балансировку нагрузки путем переноса процессов с сильно загруженного узла на менее используемый. Благодаря децентрализованному контролю каждый узел самостоятельно принимает свои собственные управляющие решения. Каждый узел способен работать как независимая система. Поскольку это не требует централизованного управления, узлы могут присоединяться или покидать ферму с минимальными нарушениями [9].

Файловая система MOSIX

Ключевым компонентом любой распределенной системы является файловая система. MOSIX использует свою собственную файловую систему MFS, чтобы сделать все каталоги и обычные файлы в кластере MOSIX доступными со всех узлов, как если бы они находились в пределах одной файловой системы. Одним из преимуществ MFS является то, что он обеспечивает согласованность кэша для файлов, просматриваемых с разных узлов, поддерживая один кэш на узле диска сервера.

MFS соответствует стандартам прямого доступа к файловой системе (DFS), что расширяет возможности перенесенного процесса для выполнения некоторых операций ввода-вывода локально, в текущем узле. Это положение уменьшает потребность связанных с вводом-выводом процессов взаимодействовать с их домашним узлом, что позволяет таким процессам более свободно мигрировать между узлами кластера для балансировки нагрузки и параллельных операций ввода-вывода файлов. Это также позволяет осуществлять параллельный доступ к файлам путем правильного распределения файлов, где каждый процесс мигрирует на узел, имеющий свои файлы [9, 10].

Интеграция виртуализации и единого образа операционной системы (SSI)

Система SSI реализована в целях упрощения управления и программирования кластеров. Единый образ операционной системы – это вычислительная парадигма, в которой несколько распределенных вычислительных ресурсов объединяются и представляются через интерфейс, поддерживающий иллюзию взаимодействия с одной системой. Система SSI может быть реализована на нескольких уровнях абстракции, от пользовательского оборудования и распределенных гипервизоров до специализированных ядер операционной системы и инструментов пользовательского уровня [2, 5, 9]. На рис. 2 проиллюстрированный метод проектирования разработанной вычислительной системы с использованием виртуализации и SSI.

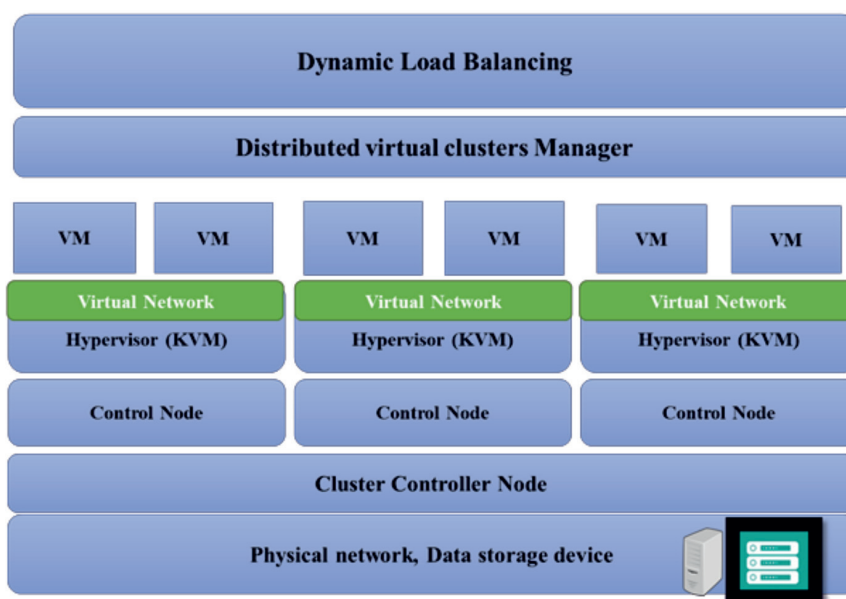


Рис. 1. Разработанная виртуальная вычислительная система

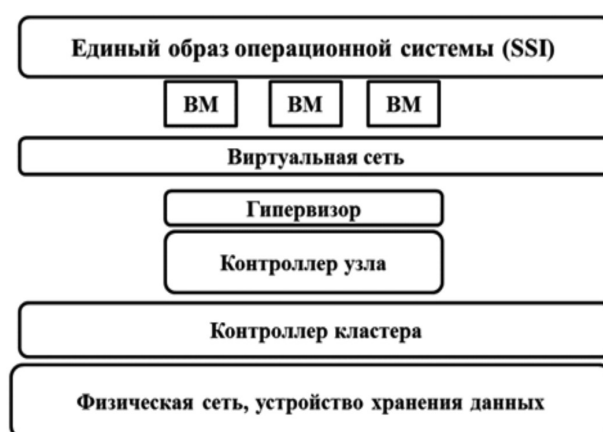


Рис. 2. Комбинация виртуализации и единого образа операционной системы (SSI) для разработки виртуальной вычислительной среды

Балансировка нагрузки

Балансировка нагрузки – это распределение рабочей нагрузки между несколькими компьютерами, вычислительными узлами кластера, центральными процессорами, дисковыми накопителями или другими ресурсами для достижения оптимального использования ресурсов, максимизации пропускной способности, минимизации времени отклика и предотвращения перегрузки системы. Использование нескольких компонентов с балансировкой нагрузки вместо одного компонента может повысить надежность за счет резервирования. Центральный процессор передает информацию с сильно загруженных серверов на недоиспользуемые серверы.

Для эффективной системы балансировки нагрузки в разработанном комплексе был создан виртуальный SMP-кластер с единым образом операционной системы, который скрывает гетерогенный и распределенный характер ресурсов и представляет их для пользователей и приложений как единый вычислительный ресурс. Чтобы повысить производительность, авторы разработали файловую систему MOSIX (MFS). С её помощью перенесенный процесс может более эффективно выполнять некоторые операции ввода-вывода на текущем узле. Таким образом, это позволяет процессам более свободно мигрировать между узлами кластера для удобной планировки нагрузки [10, 11]. Процесс миграции выполняется с использованием программного обеспечения и инструментов MOSIX:

- Запуск демон Mosix с помощью инструмента mosd.
- Получение информации о загрузке, отображаемую в виде графика, используя команду top.

- Запуск процесса с помощью команды,
 - # mosrun. /server
- Информация о процессе отображается с помощью инструмента MOSIX,
 - # mosps -AMn
- Выполнение миграции процесса с помощью команды migrate,
 - # migrate

Экспериментальная установка

Наша экспериментальная среда состоит из четырех узлов кластера, включая узел управления. Узел управления – это физическая машина с восьмиядерным процессором Intel i7-3770 с частотой 3,40 ГГц, 8 ГБ памяти и 1 ТБ диска. Остальные тамошные машины оснащены четырехъядерным процессором Intel Core i7-3770 с частотой 3,4 ГГц, 8 ГБ оперативной памяти и 1 ТБ дисков соответственно. 64-разрядная версия Ubuntu 19.10 (Eoan Ermine) работает как ОС на четырех машинах, а также во всех виртуальных машинах. KVM 2.5.0 используются для управления виртуальными машинами. Каждая из четырех физических машин оснащена сетевой картой Realtek RTL8111, которая подключается через сетевой коммутатор TP-LINK TL-SG1024DT.

Анализ производительности

В нашем эксперименте кластер MOSIX был создан в виртуальной среде. Там были установлены программы MPI и MOSIX, а также запущено приложение для определения времени задержки при синхронизации процессов MPI [12]. В этом примере выполняется тест связи MPI (время задержки сообщения). MPI-0 отправляет 1-байтовое сообщение в MPI-1, тратя время на ожидание ответа между ними. После этого выполня-

ется синхронизация для каждого повторения, а в конце вычисляется среднее время ожидания. Эти испытания проводились под контролем операционной среды MOSIX, с использованием и без использования схемы упреждающей миграции процессов. Сетевая задержка – это время, которое требуется для того, чтобы что-то, отправленное с исходного хоста, достигло конечного хоста. Время задержки в пути туда и обратно – это то, сколько времени требуется для запроса, отправленного из источника в пункт назначения, и для ответа, чтобы вернуться к исходному источнику. В принципе, задержка в каждом направлении плюс время обработки [13, 14]. На рис. 3 приведены результаты тестирования времени задержки в пути туда и обратно.

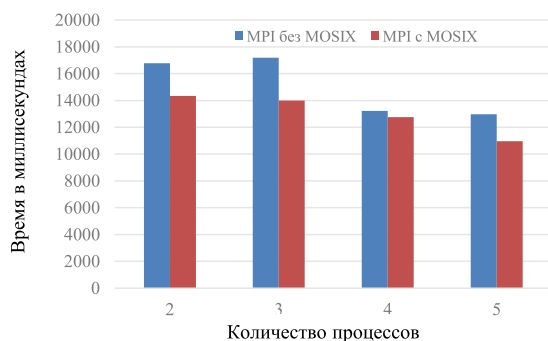


Рис. 3. Тестирование времени задержки в пути туда и обратно с и без MOSIX

После описанной процедуры конфигурации была проанализирована производительность нашей виртуальной распределенной среды. В системе с разнородными ресурсами создаются виртуальные вычислительные кластеры под контролем гипервизора и вычислительные ресурсы объединяются в единую вычислительную систему. Наша система работает с реальными задачами. Были проанализированы тестовые примеры, такие как тест LU из пакета NAS, научные ресурсоемкие приложения, такие как OpenFOAM (IcoFoam) и PCrystal. Результаты тестирования для анализа производительности разработанной среды

показаны в таблице и на рис. 4. Эти результаты показывают, что очень сложные задачи с сильным взаимодействием между параллельными процессами могут быть решены достаточно эффективно с использованием разработанной вычислительной среды.

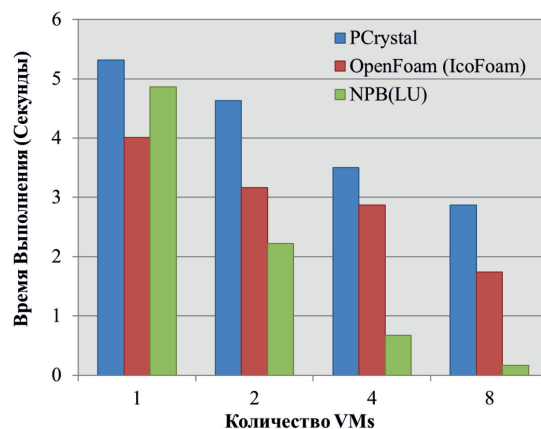


Рис. 4. Результаты тестов производительности ресурсоемких приложений

Заклучение

Подход, представленный в данной работе, показал, что наша система позволяет запускать ресурсоемкие научные приложения в системе среднего уровня без каких-либо серьезных проблем и методы организации оптимальной виртуальной вычислительной среды. Технологии виртуализации очень популярны для запуска приложений и служб в различных ситуациях. В данной работе мы используем преимущества интеграции технологий SSI и виртуализации для построения эффективных виртуальных распределенных вычислительных сред с надежной миграцией процессов, управлением ресурсами и динамической балансировкой нагрузки. А также в данной работе были одобрены преимущества схемы миграции процессов для улучшения использования вычислительных ресурсов и возможности получения значительного ускорения при запуске параллельных и многозадачных приложений в разработанной вычислительной среде.

Результаты тестов времени выполнения

Количество VMs	Время выполнения (секунды)		
	PCrystal	OpenFOAM(IcoFoam)	NPB(LU)
1	5,32	4,01	4,86
2	4,63	3,16	2,22
4	3,51	2,87	0,67
8	2,87	1,74	0,17

Список литературы

1. Kiran Singh, Manoj Kumar Yadav. Comparative Study of Virtualization Management with Virtual Migration in Cloud Computing. IJSTE – International Journal of Science Technology & Engineering. 2017. Vol. 4. Issue 4. P. 37–44.
2. Богданов А.В., Чжо За, Пяе Сон Ко Ко. Усовершенствование вычислительных возможностей в вычислительной среде с помощью технологий виртуализации // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7. № 3. С. 499–504.
3. Bogdanov A., Kyaw Zaya, Pyae Sone Ko Ko. Approach to effectiveness and efficiency Cloud Computing environment. CSIT-2013 International Conference. Armenia, 2013. P. 319–322.
4. Yu L., Chen L., Cai Z., Shen H., Liang Y., Pan Y. Stochastic Load Balancing for Virtual Resource Management in Datacenters. IEEE Transactions on Cloud Computing. 2016. Vol. PP. Is. 99. P. 1–14.
5. Чжо За, Пяе Сон Ко Ко. Разработка эффективности гетерогенной среды с комбинацией единого образа операционной системы и виртуализации // Естественные и технические науки. 2014. № 7. Р. 93–95.
6. Nagarajan A.B., Mueller F., Engelmann Ch., Scott S.L. Proactive fault tolerance for HPC with Xen virtualization. ICS. 2007. P. 23–32.
7. Rajkumar Buyya T.C. Single system image (SSI). The International Journal of High-Performance Computing Applications. 2001. Vol. 15. P. 124–135. DOI: 10.1145/1274971.1274978.
8. Rahul Rajkumar Pahlajani, Dr. G.R. Bamnote. Mosix the Operating System that Support Multiple Cluster Environment with its Advancements & Features. International Journal of Computer Science and Mobile Computing. 2014. Vol. 3. Issue 4. P. 590–596.
9. Ibrahim F. Haddad. MOSIX: A Cluster Load-Balancing Solution for Linux. 2001. [Electronic resource]. URL: <https://www.linuxjournal.com/article/4546> (date of access: 17.05.2020).
10. Shakti Mishra, D.S. Kushwaha, A.K. Misra. Hybrid reliable load balancing with MOSIX as middleware and its formal verification using process algebra. Future Generation Computer Systems. 2011. № 27. P. 506–526.
11. Divya Chaudhary, Rajender Singh Chhillar. A New Load Balancing Technique for Virtual Machine Cloud Computing Environment. International Journal of Computer Applications. 2013. Vol. 69. № 23. P. 37–40.
12. Mann V., Gupta A., Dutta P., Vishnoi A., Bhattacharya P., Poddar R., et al. Remedy: Network-aware steady state VM management for data centers. In Proceedings of the international IFIP TC 6 conference on networking, Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2012. P. 190–204.
13. Ouyang X., Rajachandrasekar R., Besseron X., Panda D.K. RDMA-based job migration framework for MPI over Infiniband. Proceeding 2010 IEEE Int'l Conference on Cluster Computing (CLUSTER-2010). 2010. P. 116–125.
14. Shea R., Wang F., Wang H., Liu J. A deep investigation into network performance in virtual machine based cloud environments. INFOCOM 2014. Proceedings IEEE. 2014. P. 1285–1293.

УДК 519.85

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ МЕТАЭВРИСТИКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРИОРИТЕТНОЙ УПАКОВКИ С НЕСОВМЕСТИМЫМИ КАТЕГОРИЯМИ

Воронов В.С., Пересунько П.В., Виденин С.А., Матюхин Н.Е.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,

e-mail: voronov.volodya2013@yandex.ru

В статье рассматривается задача упаковки прямоугольников, а именно ее новая постановка. Она заключается во введении приоритетов и несовместимых категорий. Эта задача называется задачей приоритетной упаковки с несовместимыми категориями и динамически изменяющимися размерами контейнера. Данная оптимизационная задача возникает при раскросе металлических слитков, где приоритеты отражают порядок производства заготовок, а отдельные группы деталей, обладающие разной толщиной, несовместимы между собой. Часто при изготовлении деталей используется гильотина. Производство деталей разной толщины происходит путем прокатки слитка, в результате чего его размеры изменяются. Это делает необходимым не только вычисление оптимальной схемы раскроса, но и определение длины субконтейнера для каждой группы. В статье предлагается новый последовательный метаэвристический алгоритм для решения поставленной задачи. В ходе упаковки весь набор прямоугольников разделяется на группы, которые упаковываются отдельно. В результате схемы раскроса одинаковых групп объединяются. Предлагаемая метаэвристика использует однопроходный детерминированный приоритетный эвристический алгоритм. Структура метаэвристики позволяет применять любые алгоритмы упаковки, удовлетворяющие приведенным ограничениям. Это дает возможность сохранять и комбинировать свойства используемых алгоритмов. Качество работы алгоритма оценено на основе тестовых примеров, составленных для приведенной постановки задачи.

Ключевые слова: упаковка прямоугольников в контейнер, упаковка прямоугольников в полосу, метаэвристика, несовместимые категории, приоритет

SEQUENTIAL METAHEURISTICS FOR PRIORITY PACKAGING PROBLEM WITH INCOMPATIBLE CATEGORIES

Voronov V.S., Peresunko P.V., Videnin S.A., Matyukhin N.E.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: voronov.volodya2013@yandex.ru

The paper considers the bin packing problem, namely its new formulation. It consists of introducing priorities and incompatible categories. This problem is called a priority packaging problem with incompatible categories and dynamically changing container sizes. This optimization problem arises when cutting metal ingots, where the priorities reflect the order of production of parts, and individual groups of parts with different thicknesses are incompatible with each other. Often, the guillotine is used in the manufacture of parts. The production of parts of different thicknesses occurs by rolling the ingot, as a result of which its dimensions change. This makes it necessary not only to calculate the optimal cutting scheme, but also to determine the length of the sub-container for each group. The paper proposes a new sequential metaheuristic algorithm for solving this problem. During packaging, the entire set of rectangles is divided into groups that are packed separately. As a result, the cutting schemes of the same groups are combined. The proposed metaheuristics uses a single-pass deterministic priority heuristic algorithm. The metaheuristics structure allows you to use any packaging algorithms that meet the above restrictions. This allows you to save and combine the properties of the algorithms used. The quality of the algorithm is evaluated based on test examples compiled for the given problem formulation.

Keywords: bin packing problem, strip packing problem, metaheuristic, incompatible categories, priority

Задачи оптимизации распространены во многих сферах, таких как медицина, металлургия, логистика и др. Получение оптимальных параметров позволяет добиться существенных преимуществ, что эффективно сказывается на предприятии в условиях сильной конкуренции. Не является исключением и задача оптимального использования ресурсов, которая позволяет не только сократить количество отходов, но и повысить количество выпускаемой продукции. Одной из таких сфер является металлургия, особый интерес представляет обработка цветных и драгоценных металлов. Неэффективное использование таких материалов влечет безвозвратные потери материала

и увеличение затрат на переработку отходов. Часто подобные производства могут быть реализованы следующим образом. Детали разной формы изготавливаются из одного слитка путем его деформации. Исходный слиток прямоугольной формы прокатывается до определенной толщины, затем из него вырезаются заготовки. Такая процедура повторяется до тех пор, пока детали могут быть размещены. Стоит отметить, что для экономии материала резка осуществляется на гильотине. Одна из проблем, связанных с таким способом производства, заключается в планировании. Детали большей толщины располагаются на листе в первую очередь. Таким образом,

вероятность размещения более тонких деталей уменьшается. Однако их приоритет может быть выше прочих. В большинстве случаев человеку не под силу учесть это при изготовлении деталей.

В результате эта задача является одной из разновидностей известной задачи упаковки прямоугольников (BPP). BPP – это задача оптимизации, которая минимизирует количество отходов или используемых ресурсов. BPP имеет большое количество разновидностей. Так, наиболее известными являются варианты с наличием гильотинных ограничений, фиксированной или неограниченной длиной листа, возможностью поворота деталей [1]. Использование дополнительных ограничений приводит к появлению новых вариантов задачи. В этой работе рассматривается задача приоритетной упаковки (P) в несколько контейнеров неизвестной ограниченной длины (M) с несовместимыми категориями (IC) и гильотинными ограничениями (G). Мы закодируем эту задачу как BPP|P|M|IC|G.

Учет приоритетов в BPP|P|M|IC|G позволяет размещать приоритетные элементы в первую очередь, что дает возможность соблюдать порядок производства. Несовместимость групп деталей вытекает из их геометрических размеров, а именно из толщины. Детали разной толщины не могут быть размещены в одном контейнере. Стоит отметить, что оптимальное количество контейнеров, на которые необходимо разбить исходный контейнер, заранее не известно, как не известна и их длина. В результате в качестве решения задачи необходимо не только предоставлять схему упаковки, но и вычислить оптимальное разбиение исходного контейнера на несколько частей.

Для решения BPP|P|M|IC|G предлагается новая метаэвристика. Она основывается на применении приоритетной эвристики, предложенной в [2], с несколькими модификациями. Предлагаемый алгоритм тестируется на наборах прямоугольников, специально составленных для этой задачи.

Целями данного исследования являются получение математической формулировки задачи приоритетной упаковки с несовместимыми категориями и динамически изменяемыми размерами контейнеров, а также разработка алгоритма ее решения.

Стоит отметить, что задача BPP является NP-полной. Это означает, что не существует алгоритмов, решающих эту задачу за полиномиальное время. Таким образом, необходимо разрабатывать эвристические алгоритмы, которые позволяют получить

приближенное решение за приемлемое время работы.

Задача упаковки прямоугольников (BPP) хорошо изучена и описана в различных источниках (например, [3]). Существует также множество вариаций этой задачи. В контексте нашей постановки рассмотрим несколько вариаций наиболее близких задач. Одним из вариантов задачи упаковки является задача с учетом приоритета (2DBPP|D), которая называется задачей дуальной, или приоритетной, упаковки. В литературе уделяют мало внимания приоритетности изготовления деталей в промышленности и в большей степени склоняются к физическим и ценовым характеристикам элементов. Поэтому неудивительно, что эта вариация получила свое развитие в сфере медицины для оптимальной загрузки медицинского оборудования. Проблема приоритетной упаковки рассматривается в работах [4, 5], где ставится задача распределения ресурсов с учетом ограниченного времени проведения операции. Дальнейшее развитие она получила в работе [6], где была описана математическая модель задачи планирования и приводилось ее решение с помощью эвристики на основе алгоритма First Fit Decreasing.

Другим вариантом задачи 2DBPP является упаковка в несколько полос (2DMBPP). Эта задача имеет два варианта постановки: с одинаковыми и с переменными размерами контейнеров (2DVS BPP). Эта задача встречается при оптимизации нагрузки на вычислительные ресурсы, в логистике и т.д. Так, в работе [7] предлагается ряд эвристических методов и рассматривается их приложение для решения задачи логистики как обобщенной задачи упаковки контейнеров с прибылями, зависящими от контейнера. Применение 2DMBPP для пакетного планирования с распределением ресурсов было рассмотрено в [8], где эвристика использовалась для минимизации потребления ресурсов. Исследование алгоритма First Fit для задачи упаковки с ограничением по количеству элементов проводилось в работе [9]. В основном авторы рассматривают упаковку в контейнеры фиксированного или разного размера. Никаких ограничений по динамически изменяющимся размерам или по неопределенному количеству контейнеров не ставится.

Задача упаковки с конфликтами (BPC) рассматривает возможность несовместимости отдельных элементов. Часто в таких задачах для определения совместимости между элементами используется граф, где вершины обозначают элементы или группы, которые должны быть упакованы, а ребра – совместимость между ними. Напри-

мер, в работе [10] рассматривается решение задачи с помощью эвристических методов на основе древесной декомпозиции. Алгоритм разбивает задачу на подзадачи, которые решаются независимо. Затем происходит объединение полученных решений. В работе [11] авторы приводят обновленные верхние и нижние границы для ВРС, а также детерминированный алгоритм на основе формулировки покрытия множества, решаемый с помощью алгоритма ветвления и цены.

В последнее время появилась новая задача упаковки с совместимыми категориями (ВРСС) [12]. Она является обобщением задачи упаковки с конфликтами (ВРС), где рассматривается попарная несовместимость. ВРСС предполагает совместимость отдельных групп упаковываемых элементов. В работе [12] впервые ставится задача ВРСС. Авторы приводят модификацию алгоритма поиска переменной окрестности (VNS), а также предлагают набор тестовых примеров, на котором проводят обширное тестирование алгоритма.

Таким образом, приведенные здесь задачи упаковки так или иначе схожи с предлагаемой нами формулировкой задачи. Однако ни одна из предложенных задач не рассматривает случай с не известным заранее количеством контейнеров и их динамически изменяющимися размерами. Кроме этого, насколько нам известно, это первое рассмотрение задачи с совокупностью ограничений, таких как гильотинные разрезы, наличие приоритетов и несовместимые группы прямоугольников.

Постановка задачи

Обычная ВРР заключается в размещении набора прямоугольников $R = \{r_i, i = 1, \dots, n\}$ с размерами $r_i = (w_i, l_i)$, где w_i – ширина, l_i – длина i -го прямоугольника. Прямоугольники размещаются на листе фиксированного размера с шириной W_0 и длиной L_0 без перекрытия. Целевой функцией в данном случае является площадь отходов:

$$f(R, I') = W_0 L_0 - \sum_{i \in I'} w_i l_i = \min. \quad (1)$$

Здесь Γ – множество индексов размещенных прямоугольников, $\Gamma \subseteq I = \{i = 1, \dots, n\}$.

Для постановки задачи ВРР|P|M|IC|G представим прямоугольник в виде $r_i = (w_i, l_i, h_i, p_i)$. Здесь $h_i \in H = \{h_j, j \in I\}$ – толщина i -го прямоугольника. Толщина прямоугольника задает толщину листа, из которого он может быть изготовлен. Например, на листе толщиной 2 мм могут быть размещены прямоугольники с соот-

ветствующей толщиной. Лист постепенно деформируют (прокатывают) до определенной толщины, изготавливают детали, и оставшийся лист деформируют повторно. Это делает невозможным одновременное размещение прямоугольников разной толщины. Использование толщины позволяет сгруппировать прямоугольники в $m = |\text{supp } H|$ групп. При этом:

$$n = \sum_{j=1}^m |R_j| = \sum_{j=1}^m n_j, \quad R_j = \{r_i \mid h_i = h_j \forall i \in I\} \subseteq R,$$

где h_j – толщина группы прямоугольников, $j \in J = \{1, \dots, m\}$ и $H_j = \{n_j \bullet h_i \mid h_i = h_j \forall i \in I\}$. Эти группы являются несовместимыми.

Приоритет i -го прямоугольника $p_i \in P = \{p_i, i \in I \mid p_i \in \mathbb{Z}_{>0}\}$ характеризует степень важности для производства. Чем больше p_i , тем предпочтительнее деталь для размещения на текущем листе. В случае одинакового приоритета порядок размещения прямоугольников не важен. Мы примем $p_i = 1$ как максимальный приоритет, т.е., чем выше значение p_i , тем ниже приоритет. Прямоугольники в каждой группе H_j ($j = 1, \dots, m$) можно сгруппировать в $q_j = |\text{supp } P_j|$ подгрупп, где $P_j = \{p_i, i \in I_j \subseteq I\} \subseteq P$. При этом:

$$|R_j| = \sum_{k=1}^{q_j} |P_{jk}| = \sum_{k=1}^{q_j} g_{jk}, \quad P_{jk} \subseteq P_j,$$

где $P_{jk} = \{g_{jk} \bullet p_i \mid p_i = p_{jk} \forall i \in I_{jk} \subseteq I\}$, а I_{jk} – индексы прямоугольников с одинаковым приоритетом в группе R_j . Стоит отметить, что при $p_i = \text{const}, \forall i \in I$ задача ВРР|P|M|IC|G вырождается в ВРР|M|IC|G, т.е. без учета приоритета.

Мы полагаем, что при деформации листа (прокатке) его размеры изменяются по правилу сохранения объема, т.е. $V_0 = V_1$, где $V_0 = W_0 L_0 h_0$ – объем до деформации, $V_1 = W_1 L_1 h_1$ – объем после деформации. Пренебрегая изменениями размеров одной из сторон листа, ортогонально которой происходит деформация (например, W_0), получаем:

$$L_1 = \gamma \frac{L_0 h_0}{h_1}, \quad \gamma > 0, \quad (2)$$

где γ – коэффициент для учета дефектов, возникающих на концах листа при деформации. Далее для простоты принимается $\gamma = 1$.

Таким образом, ВРР|P|M|IC|G заключается в размещении прямоугольников с учетом приоритета и разбиении исходного контейнера на субконтейнеры с учетом динамически изменяющейся длины. Как упоминается в работе [13], задачу (1) с учетом

приоритета можно представить в виде задачи многокритериальной оптимизации:

$$f(R, I'_1, \dots, I'_m) = \\ = (f_1(R, I'_1, \dots, I'_m), f_2(R, I'_1, \dots, I'_m)) = \min, \quad (3)$$

$$f_1(R, I'_1, \dots, I'_m) = \sum_{j=1}^m \left(W_j L_j - \sum_{i \in I'_j} w_i l_i \right),$$

$$f_2(R, I'_1, \dots, I'_m) = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i \in I'_j} p_i \right),$$

где I_j – множество индексов размещенных прямоугольников группы R_j . Если $I_j = \emptyset$, то прямоугольники из группы R_j не были размещены. Размеры контейнера (W_j, L_j), выделенного для упаковки прямоугольников группы R_j , должны определяться исходя из правила деформации (2) и конфигурации соответствующей группы. При этом если $I_j = \emptyset$, то $W_j L_j = 0$.

Накладывая дополнительные ограничения на задачу (3), можно получать различные вариации задачи упаковки:

- стороны прямоугольников должны быть параллельны сторонам листа;
- прямоугольники разрешено поворачивать на 90 градусов (R);

– все разрезы должны быть только гильотинными (G);

– деформация листа производится в фиксированном направлении (FD) (например, вдоль L_0).

В данной работе мы рассматриваем задачу гильотинной приоритетной упаковки прямоугольников с несовместимыми категориями и фиксированным направлением деформации BPP|P|M|IC|G|FD.

Приоритетная эвристика

Приоритетная эвристика (РН) – это однопроходная детерминированная эвристика, предложенная в [2]. Она представляет собой рекурсивную процедуру упаковки для обеспечения гильотинных ограничений. Выбор прямоугольника из набора осуществляется с помощью «внутренних» приоритетов, характеризующих один из пяти возможных вариантов размещения. Таким образом, прямоугольник с большим приоритетом выбирается первым. Алгоритм имеет один параметр для настройки, а именно вариант сортировки: по длине или по ширине. В своей работе авторы проводят результаты работы алгоритма на разных примерах из литературы, в том числе на основе данных ZDF, предложенного в [14, 15]. В результате отмечается, что РН хорошо подходит для крупномасштабных задач.

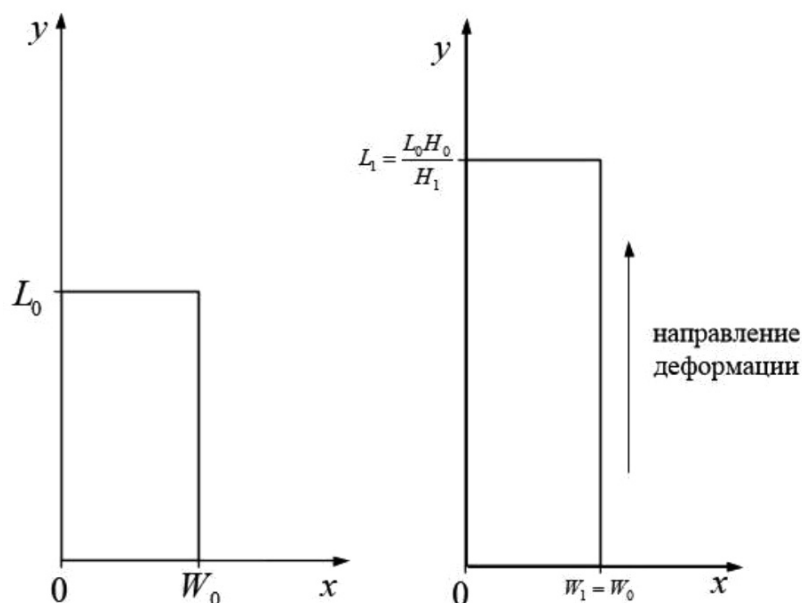


Рис. 1. Положение исходного контейнера и направление его деформации

Для соответствия BPP|R|M|IC|G в РН были внесены некоторые изменения. Так, сортировка прямоугольников выполняется в каждой группе R_{jk} отдельно. В алгоритм упаковки добавлен параметр сдвига по оси Y . Это позволяет последовательно упаковывать группы прямоугольников, сохраняя их положение.

Для учета приоритетности прямоугольников в алгоритме упаковки деталей с RG итерации проводятся только по элементам наивысшего приоритета p . При этом в процедуре рекурсивной упаковки RecursivePacking(x, y, w, h) этап оценки внутреннего приоритета проводится в порядке убывания приоритета (по подгруппам R_{jk}) всей группы элементов R_j с одной толщиной. Это позволяет заполнять пространство, в котором невозможно разместить прямоугольники высокого приоритета, прямоугольниками более низкого приоритета.

Последовательный метаэвристический алгоритм

Примем такое расположение исходного контейнера, что его горизонтальная сторона соответствует ширине W , а вертикальная соответствует длине L (рис. 1). Пусть деформация (прокатка) происходит вдоль L , а W остается постоянной.

Одна из задач алгоритма – распределить длины субконтейнеров для прямоугольников из групп $H_j, j \in J$. Очевидно, что длина каждого субконтейнера лежит в пределах $L_0 \leq L \leq L_0 h_0 / \min H$, где $h_0 \geq \min H$ толщина исходного контейнера. Таким образом, одним из результатов работы алгоритма должно стать отображение $L_{bins}: \text{supp } H \rightarrow \mathbb{R}^+$, которое ставит в соответствие толщине упакованной группы длину субконтейнера, на которые будет разбит исходный контейнер с учетом его деформации. Последовательность всех длин субконтейнеров должна удовлетворять неравенству:

$$L_0 \leq \sum_{h \in \text{supp } H} L_{bins}(h) \leq \frac{L_0 h_0}{\min H}.$$

Стоит отметить, что, чем больше выделен размер контейнера для группы с одной толщиной, тем меньше места остается для упаковки остальных групп. Это необходимо учитывать при распределении длин. Другими словами, упаковка прямоугольников группы R_j оставляет меньше шансов на то, что все прямоугольники первого приоритета группы R_i ($i \neq j$) будут упакованы.

Предлагаемая последовательная метаэвристика (SM) рассматривает подгруппы прямоугольников R_{jk} в порядке их следования в отсортированной последовательности

$G = \{(h_j, p_{jk}), k = 1, \dots, q_j, j = 1, \dots, m\}$. Сортировка осуществляется лексикографически по неубыванию приоритета и невозрастанию толщины. Это позволяет упаковывать прямоугольники большей толщины в первую очередь. Использование p_{jk} позволяет учесть приоритетность упаковки деталей. Благодаря такому упорядочиванию подгруппы R_{jk} с высоким приоритетом упаковываются в первую очередь, затем оставшееся место распределяется между подгруппами в порядке увеличения p_{jk} .

Итеративная процедура алгоритма (рис. 2) построена следующим образом. Контейнер деформируется до толщины группы деталей R_j по правилу (2), после чего упаковка осуществляется с помощью алгоритма РН. Результатом упаковки выступают необходимая длина контейнера L' и мультимножество прямоугольников R'_j . В завершение итоговое решение обновляется, длина и толщина исходного контейнера корректируются. Стоит отметить, что в отсортированной последовательности G элементы h_j не обязательно будут упорядочены в порядке невозрастания. Это происходит потому, что значения p_{jk} имеют приоритет над h_j . Поэтому в процессе поиска решения длина контейнера может как увеличиваться ($h_0 > h_1$ в (2)), так и уменьшаться ($h_1 > h_0$ в (2)). Это приводит к неупорядоченной упаковке относительно h_j . Однако в процессе производства лист прокатывается в порядке убывания толщины. Поэтому по завершении процедуры необходимо отсортировать группы размещенных прямоугольников в нужном порядке.

Во время упаковки могут возникнуть два случая. Первый заключается в том, что все прямоугольники подгруппы R_{jk} могут быть размещены в контейнер текущей длины, а оставшееся место будет отведено для упаковки других подгрупп. Тогда необходимо воспользоваться алгоритмом для задачи упаковки в полосу, который, помимо схемы размещения, возвращает необходимую длину. За это отвечает процедура PackStrip(W, R_j, y_c), где y_c отвечает за сдвиг координат схемы размещения по оси Y . Второй случай возникает, когда длины контейнера не хватает для размещения всех прямоугольников подгруппы R_{jk} . Тогда необходимо явно задать его длину и воспользоваться вариантом алгоритма для задачи упаковки контейнера, который представлен процедурой PackBin(W, L, R_j, y_c), где L – оставшаяся длина контейнера. В качестве этих процедур у нас выступает алгоритм РН для SPP и BPP. Необходимо отметить, что можно использовать и другие эвристики для решения этих задач. Ограничения накладываются

только на вариант решаемой задачи (SPP и BPP). Не ограничивается применение разных эвристик с целью получения оптимального плана раскроя. Кроме того, свойства используемых алгоритмов сохраняются, например, если эвристика предназначена для решения задачи с фиксированной ориентацией прямоугольников (SPP|O, BPP|O) или с возможностью их поворота (SPP|R, BPP|R), и SM также будет решать этот вариант задачи. Это позволяет обеспечить широкий круг решаемых задач и вариативность свойств за счет выбора базовых эвристик.

Несмотря на порядок приоритетов в последовательности G , в процедуры упаковки передаются не подгруппы R_{jk} , а группы R_j . Это делается для того, чтобы обеспечить заполнение пустого пространства прямоугольниками более низкого приоритета в том случае, если ни один прямоугольник соответствующего приоритета p не может быть упакован. В связи с этим необходима проверка мультимножества R_{jk} на пустоту, поскольку все его элементы могут быть упакованы ранее.

Algorithm 1 SM algorithm

```

1: procedure SM( $L, W, R$ )
2:    $L_{bins} \leftarrow \{0, j \leftarrow \overline{1, m}\}$ 
3:    $R' \leftarrow \{\}$ 
4:    $G \leftarrow \{(h, p_{jk}), k \leftarrow \overline{1, q_j}, j \leftarrow \overline{1, m}\}$ 
5:   sort  $G$  descending  $h_j$  and increasing  $p_{jk}$ 
6:   for all  $(h, p) \in G$  do
7:     if  $R_{jk} = \emptyset$  then
8:       continue
9:     end if
10:     $y_c \leftarrow L_{bins}[h]$ 
11:     $\bar{L} \leftarrow \frac{L h_{bins}}{h}$ 
12:     $(L', R'_j) \leftarrow \text{PackStrip}(W, R_j, y_c)$ 
13:    if  $L' > \bar{L}$  then
14:       $(L', R'_j) \leftarrow \text{PackBin}(W, \bar{L}, R_j, y_c)$ 
15:    end if
16:    if  $R'_j = \emptyset$  or  $L' = 0$  then
17:      continue
18:    end if
19:     $L_{bins}[h] \leftarrow L_{bins}[h] + L'$ 
20:     $R' \leftarrow R' + R'_j$ 
21:     $L \leftarrow \bar{L} - L'$ 
22:     $h_{bins} \leftarrow h$ 
23:    if  $L = 0$  then
24:      break
25:    end if
26:  end for
27:  return  $R', L_{bins}$ 
28: end procedure

```

Рис. 2. Алгоритм SM

SM может «дробить» одну группу R_j на несколько частей и упаковывать их по отдельности. Несмотря на это, обеспечивается последовательность схемы раскроя каждой группы.

Наглядная демонстрация работы алгоритма приводится на рис. 3. Здесь видно, что размеры незаполненной части контейнера преобразуются с помощью (2) и выступают в качестве контейнера для упаковки более тонких прямоугольников.

Результаты исследования и их обсуждение

Последовательный метаэвристический (SM) алгоритм с использованием приоритетной эвристики (PH) был протестирован на 10 примерах, составленных специально для задачи BPP|P|M|IC|G. Примеры содержат от 3 до 14 несовместимых категорий и от 3 до 5 приоритетов. Примеры составлены таким образом, чтобы включать задачи с числом элементов из широкого диапазона. Так, наборы 1, 8 и 10 содержат относительно немного элементов ($n < 1000$), а крупномасштабные наборы 6 и 7 включают более 10 000 элементов.

Для возможности сопоставимости результатов работы алгоритма оценка качества упаковки каждой группы проводится аналогично [2] с помощью показателя $Gap_j = 100(L_j - L_j^*) / L_j^*$, где L_j^* – известная оптимальная длина контейнера или нижняя граница (LB), а L_j – длина контейнера, полученная с помощью SM, $j = 1, \dots, m$. При этом длина контейнера не ограничивается, т.е. решается SPP. Результирующий показатель определяется как среднее взвешенное:

$$Gap = \sum_{j=1}^m Gap_j S_j / \sum_{j=1}^m S_j, \quad (4)$$

где S_j – площадь всех прямоугольников j -й группы. На рис. 3 представлены результаты работы SM на SPP|P|M|IC|G. Из рис. 4 видно, что влияние метода сортировки алгоритма PH сохраняется.

В случае BPP|P|M|IC|G размер контейнера ограничен, что, несомненно, приводит к ухудшению качества работы вследствие влияния приоритета прямоугольников. Показатель Gap (4) для BPP|P|M|IC|G представлен на рис. 5, а. Можно заметить, что в некоторых случаях Gap (4) становится отрицательным. Это происходит, когда длина контейнера, выделенная алгоритмом SM для какой-либо группы, меньше оптимальной, соответственно некоторые прямоугольники не могут быть упакованы. Существенное отклонение наблюдается для примера 10.

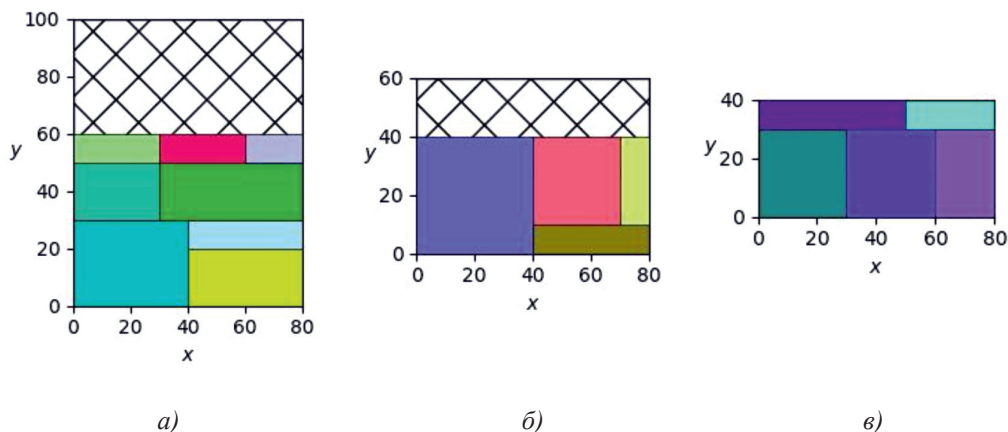


Рис. 3. Упаковка прямоугольников толщиной 3 мм (а), 2 мм (б) и 1 мм (в) на исходный лист с размерами $L_0 = 100$, $W_0 = 80$, $H_0 = 3$

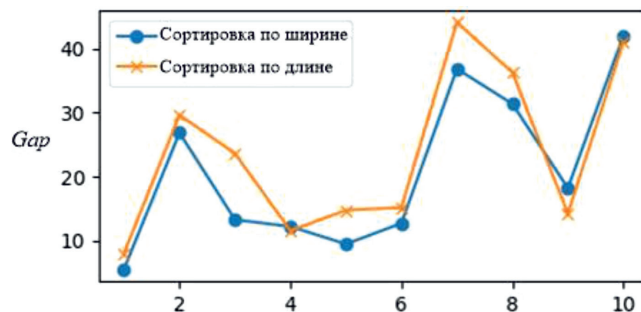


Рис. 4. Результаты работы SM с PH при разных методах сортировки на SPP|P|M|IC|G

Он содержит несколько низкоприоритетных прямоугольников больших размеров. Несмотря на это, плотность заполнения каждого контейнера высока. На рис. 5, б приведена средняя относительная площадь для каждого примера:

$$\bar{S} = \sum_{j=1}^m \bar{S}_j / m, \quad \bar{S}_j = 100 \frac{S'_j}{L_j W}.$$

Здесь $\bar{S}_j$ – отношение площади размещенных прямоугольников к площади контейнера, где S'_j – площадь размещенных прямоугольников, а L_j – длина контейнера. На рис. 5, а и б можно видеть, что метод сортировки по длине показывает результат хуже относительно сортировки по ширине.

Выводы

В работе ставится новая задача приоритетной упаковки прямоугольников с несовместимыми категориями и динамически изменяющимися размерами контейнеров (BPP|P|M|IC|G). Эта задача определяется тем, что размеры исходного контейнера изменяются в процессе упаковки, при этом необходимо учитывать приоритетность

деталей, их несовместимость между собой и гильотинные ограничения. Для решения представленной задачи предлагается новый последовательный метаэвристический алгоритм (SM), который в процессе работы разделяет группы прямоугольников по их приоритетам и категориям. Полученные группы размещаются последовательно, при этом остается возможность заполнения свободного пространства прямоугольниками более низкого уровня. В качестве базового алгоритма используется однократный детерминированный эвристический алгоритм PH, показывающий хорошие результаты среди аналогов. Но SM не ограничивается рассмотренной эвристикой. В качестве базового алгоритма можно использовать любые алгоритмы, позволяющие решать BPP и SPP. Свойства этих алгоритмов сохраняются. Так, в приведенных примерах показано, что при использовании PH его зависимость от варианта сортировки унаследована SM. Стоит отметить гибкость SM относительно выбираемых алгоритмов. Их можно комбинировать для достижения необходимых свойств.

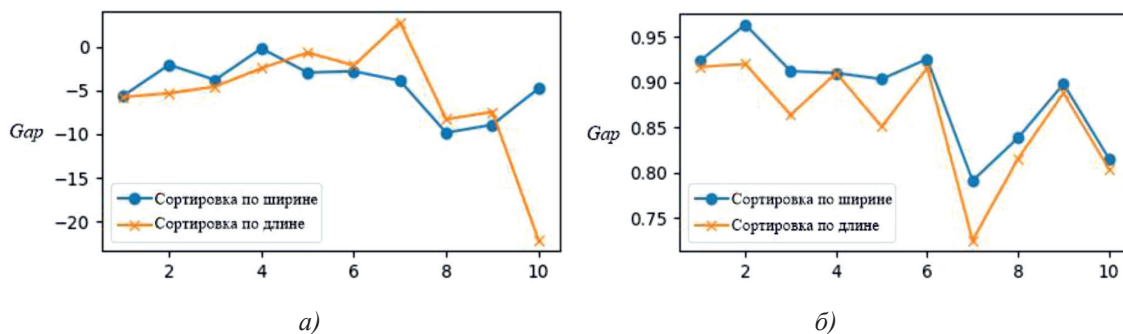


Рис. 5. Результаты работы SM с PH при разных методах сортировки на SPP|P|M|IC|G

Качество работы SM было продемонстрировано на наборе примеров. Наборы различаются как количеством элементов, так и их распределением по категориям и приоритетам. При решении BPP|P|M|IC|G и SPP|P|M|IC|G алгоритм показывает хорошие результаты, а свойства решения зависят от свойств используемого базового алгоритма.

Поскольку, как нам известно, это первое исследование BPP|P|M|IC|G, может быть много возможных вариантов дальнейшего развития. Так, остается открытым вопрос о возможности изменения направления деформации контейнера. Возможности применения стохастических и детерминированных алгоритмов локальной и глобальной оптимизации и их комбинаций также широки. Одним из вариантов является распределение длин субконтейнеров с помощью глобальной оптимизации.

Список литературы

1. Wascher G., Haußner H., Schumann H. An improved typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*. 2007. Vol. 183. № 3. P. 1109–1130.
2. Zhang D., Shi L., Leung S.C.H., Wu T. A priority heuristic for the guillotine rectangular packing problem. *Information Processing Letters*. 2016. V. 116(1). P. 15–21. DOI: 10.1016/j.ipl.2015.08.008.
3. Coffman E.G. et al. *Bin Packing Approximation Algorithms: Survey and Classification*. Handbook of Combinatorial Optimization / ed. Pardalos P.M., Du D.-Z., Graham R.L. New York, NY: Springer New York, 2013. Vol. 1–5. P. 455–531.
4. Guinet A., Chaabane S. Operating theatre planning. *International Journal of Production Economics*. 2003. Vol. 85. № 1. P. 69–81.
5. Jebali A., Hadj Alouane A.B., Ladet P. Operating rooms scheduling. *International Journal of Production Economics*. 2006. Vol. 99. № 1–2. P. 52–62.
6. Vijayakumar B., Parikh P.J., Scott R., Barnes A., Gallimore J. A dual bin-packing approach to scheduling surgical cases at a publicly-funded hospital. *European Journal of Operational Research*. 2013. Vol. 224. № 3. P. 583–591.
7. Baldi M.M., Manerba D., Perboli G., Tadei R. A Generalized Bin Packing Problem for parcel delivery in last-mile logistics. *European Journal of Operational Research*. 2019. Vol. 274. № 3. P. 990–999.
8. Liang X., Zhou S., Chen H., Xu R. Pseudo transformation mechanism between resource allocation and bin-packing in batching environments. *Future Generation Computer Systems*. 2019. Vol. 95. P. 79–88.
9. Dósa G., Epstein L. The tight asymptotic approximation ratio of First Fit for bin packing with cardinality constraints. *Journal of Computer and System Sciences*. 2018. Vol. 96. № 2018. P. 33–49.
10. Khanafer A., Clautiaux F., Talbi E.G. Tree-decomposition based heuristics for the two-dimensional bin packing problem with conflicts. *Computers and Operations Research*. 2012. Vol. 39. № 1. P. 54–63.
11. Muritiba A.E.F., Iori M., Malaguti E., Toth P. Algorithms for the bin packing problem with conflicts. *INFORMS Journal on Computing*. 2010. Vol. 22. № 3. P. 401–415.
12. Santos L.F.O.M., Yoshizaki H., Cunha C.B.D. A variable neighborhood search algorithm for the bin packing problem with compatible categories. *Expert Systems with Applications*. 2019. Vol. 124. P. 209–225.
13. Laurent A., Klement N. Bin Packing Problem with priorities and incompatibilities using PSO: Application in a health care community. *IFAC-PapersOnLine*. 2019. Vol. 52. № 13. P. 2596–2601.
14. Leung S.C.H., Zhang D. A fast layer-based heuristic for non-guillotine strip packing. *Expert Systems with Applications*. Elsevier Ltd, 2011. Vol. 38. № 10. P. 13032–13042.
15. Zhang D., Lijun Wei, Stephen C. H. Leung, Qing-shan Chen. A binary search heuristic algorithm based on randomized local search for the rectangular strip-packing problem. *INFORMS Journal on Computing*. 2013. Vol. 25. № 2. P. 332–345.

УДК 004:656.075:51-74

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫМ КОМПЛЕКСОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Горелик А.В., Дорохов В.С., Орлов А.В., Скрипниченко И.Г., Шерстюков О.С.
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, e-mail: gatsroat@yandex.ru

На техническую эксплуатацию инфраструктурного комплекса в компании ОАО «РЖД» уходят значительные средства, поэтому задача рационализации связанных с ней расходов является актуальной. В настоящее время компанией рассматривается возможность адресного распределения ресурсов и оптимизация затрат по различным критериям. Важная роль при этом отводится эксплуатируемым в компании различным информационным системам, в которых к настоящему времени представлена в довольно значительном объеме разноаспектная первичная информация об эксплуатации инфраструктуры, а вычислительные ресурсы могут использоваться для выполнения достаточно трудоемких расчетов. В связи с этим перспективно применение прескриптивной и предиктивной аналитики по отношению к данным информационных систем, что позволило бы решать самые разные задачи, связанные с технической эксплуатацией инфраструктуры. Статья посвящена возникшим к настоящему времени и видимым в перспективе важным проблемам использования для решения обозначенных задач данных из информационных систем, касающихся их достаточности, непротиворечивости, объективности и иных характеристик «качества», сложностей их обработки, представления и хранения. На основе отчетов информационных систем по статистическим данным о процессе эксплуатации инфраструктуры структурных подразделений дорожного уровня проведен корреляционный анализ и показано, что в настоящее время такой вид анализа может использоваться в качестве эффективного инструмента оценки объективности данных в части инцидентов в комплексе с другими методами. Затронута проблема ресурсоемкости и возможного ее решения с помощью моделей искусственного интеллекта.

Ключевые слова: информационные системы, техническая эксплуатация, производственные процессы, инфраструктура железнодорожного транспорта, распределение ресурсов

THE USE OF INFORMATION SYSTEMS TO MANAGE COMPLEX INFRASTRUCTURE OF RAILWAY TRANSPORT

Gorelik A.V., Dorokhov V.S., Orlov A.V., Skripnichenko I.G., Sherstyukov O.S.
Russian University of Transport, Moscow, e-mail: gatsroat@yandex.ru

The technical operation of the infrastructure complex in the company of JSC «Russian Railways» takes a significant amount of money, so the task of rationalizing the costs associated with it is urgent. Currently, the company is considering the possibility of targeted resource allocation and cost optimization according to various criteria. An important role is assigned to the various information systems operated by the company, which currently present a fairly significant amount of diverse primary information about the operation of the infrastructure, and computing resources can be used to perform fairly labor-intensive calculations. In this regard, it is promising to use prescriptive and predictive Analytics in relation to data from information systems, which would allow us to solve a variety of tasks related to the technical operation of infrastructure. The article is devoted to the important problems that have arisen to date and are seen in the future of using data from information systems for solving these tasks, concerning their sufficiency, consistency, objectivity and other characteristics of «quality», the complexity of their processing, presentation and storage. Based on the reports of information systems on statistical data on the operation process of the infrastructure of road level structural units, a correlation analysis was carried out and it was shown that at present this type of analysis can be used as an effective tool for assessing data objectivity regarding incidents in combination with other methods. The problem of resource intensity and its possible solution using artificial intelligence models is touched.

Keywords: information systems, technical operation, production processes, railway transport infrastructure, resource allocation

На реализацию производственного процесса – железнодорожных перевозок в компании ОАО «РЖД» приходится до 80 процентов ее расходов. Из них на техническую эксплуатацию инфраструктурного комплекса приходится более 66 процентов [1]. Процесс технической эксплуатации – ресурсоемкий процесс, а за его реализацию, в силу разнородности инфраструктуры, ответственны различные хозяйства и предприятия. Для них процесс технической эксплуатации является главным процессом. Задачи рационализации усилий и расходов, а также

обеспечения эффективности при обеспечении требуемого качества реализации производственных процессов представляют интерес для любого предприятия, однако для компании ОАО «РЖД» в настоящее время актуальность решения таких задач велика и возрастает с каждым годом. Это связано с тем, что реализуемый на сегодняшний день процесс технической эксплуатации, основанный преимущественно на регламентном подходе, недостаточно эффективен при тех ресурсах, которые доступны. Так на протяжении последних двух десяти-

тилетий в основном по причине недостатка ресурсов многие регламентные работы выполнялись с пропуском сроков, не полностью, либо вовсе не выполнялись. Например, вместо замены оборудования с завершенным назначенным сроком службы массово выполнялось неоднократное продление эксплуатации. В итоге только по критичной по выходу из строя инфраструктуре текущий износ превышает 70 процентов, а по некоторым оценкам – 85 процентов.

Материалы и методы исследования

В течение ряда лет в компании активно разрабатывают и внедряют в различные процессы информационные системы, в том числе системы, предназначенные для реализации технической эксплуатации инфраструктуры. В них регистрируется и производится оперативный обмен самой различной информацией о самой инфраструктуре, различных аспектах ее функционирования и технической эксплуатации. Охват распределенными информационными ресурсами различных технологических процессов таков, что в настоящее время говорят о феномене «цифровой трансформации железной дороги» [2].

В рамках цифровой трансформации железной дороги задачу управления технической эксплуатацией железнодорожной инфраструктуры можно решить на новом уровне. В частности, становится возможным реализовать идею адресного распределения ресурсов, в том числе с учетом большого числа различных ограничений, а также фактической потребности инфраструктуры и гибко ранжированных требований к качеству ее функционирования.

Существующие информационные системы могут рассматриваться как основа для более глубокой цифровой трансформации процессов, так как в них уже накоплен большой объем различных фактических данных, сложная аналитическая обработка которых до настоящего времени практически не реализовывалась, но в случае реализации позволила бы решать самые разные задачи, связанные с технической эксплуатацией инфраструктуры. В настоящее время уже имеется огромный интерес к применению этих данных для решения следующих задач:

- объективная оценка состояния инфраструктуры, контроль и обеспечение качества деятельности структурных подразделений хозяйств;
- определение потребных объемов ресурсов при заданной схеме их распределения;
- определение наиболее эффективной схемы их распределения при их недостатке;

– минимизация стоимости жизненного цикла отдельных изделий и инфраструктуры в целом;

– распределение ресурсов между процессами технического обслуживания и ремонта, капитального ремонта, модернизации технических средств;

– планирование деятельности подразделений на различные интервалы времени;

– прогнозирование последствий для инфраструктуры различных управленческих решений.

И перечень задач постоянно расширяется.

Первые попытки решения некоторых из указанных задач методами предиктивной и прескриптивной аналитики уже предприняты и получены положительные результаты, подтверждающие их перспективность. Так, в хозяйстве автоматики и телемеханики на основе данных информационных систем и их вычислительных мощностей выполняется расчет показателей качества функционирования инфраструктуры и комплексная оценка деятельности подразделений.

В настоящее время агрегируются данные из следующих информационных систем:

СТДМ – данные об отказах и предотказных состояниях инфраструктуры [3];

ЕК АСУИ – данные об отступлениях от норм содержания инфраструктуры;

АСУ-Ш-2 – данные об отказах инфраструктуры;

КАСАНТ – данные об отказах, вызвавших существенные нарушения перевозочного процесса.

Результаты исследования и их обсуждение

Первый опыт показал, что применение информационных систем может позволить:

– автоматически выполнять сбор большого объема статистической информации из различных источников;

– качественно выполнять весьма сложные с математической точки зрения и требующие высокой квалификации расчеты;

– снизить количество ошибок за счет выявления противоречий и перекрестных проверок;

– обеспечить высокую оперативность расчетов для инфраструктуры с различным уровнем детализации (вплоть до реального времени);

– сделать принципиально возможным решение оптимизационных задач большой размерности.

Вместе с тем был выявлен ряд существенных проблем:

1. Данные в информационных системах прирастают достаточно высокими темпами. Например, только по одной системе желез-

нодорожной автоматики за год может быть зарегистрировано несколько тысяч отступлений от норм содержания и сотни предостказных состояний, а количество самих систем на сети превышает 13 тысяч.

2. Информационные системы имеют различную архитектуру и реализованы на разных технологиях. Одни и те же данные в них частично повторяются, но, как правило, представлены по-разному и описывают разные свойства объекта, с использованием различных категорий и справочников.

3. Информационные системы на местах внедрены в технологические процессы достаточно неравномерно. Данные регистрируются в них с разной полнотой.

4. Большая часть первичных данных вводится операторами вручную, что приводит к различным субъективным искажениям в данных.

5. Ни одна отдельная информационная система не обладает полнотой данных для решения задачи оценки качества функционирования инфраструктуры.

6. Для решения ряда задач необходимые виды данных отсутствуют вовсе и требуется доработка существующих информационных ресурсов с целью предоставления возможности сбора таких данных, их накопления. Кроме того, требуется разработка соответствующих справочников для первичной обработки и классификации данных.

7. Спецификой хранимых в системах статистических данных является наличие существенного количества «промахов».

Агрегированием (объединением) данных из существующих информационных систем и выполнением расчета ряда показателей в настоящее время занимаются две вновь разработанные системы: АС АНШ и АС АНПШ. Однако вопросы полноты, непротиворечивости, точности агрегируемых данных остаются открытыми, в том числе и по причине сложившейся практики работы с данными оперативного персонала структурных подразделений.

Так, в 2019 г. проводился корреляционный анализ между различными данными на основе сводных отчетов АС АНШ [4]. Данные включали в себя 17 наименований, характеризовали дорожный уровень. Результаты оценки корреляции в данных, используемых в настоящее время для расчета показателей качества функционирования инфраструктуры, сведены в табл. 1, 2 и 3. Они относятся к станционным и перегонным системам Октябрьской железной дороги в общем количестве 1432. Ранжирование выполнялось по величине выявленной связи, классифицированной по шкале Чеддока [5]. Сочетания, где корреляционная связь слабая либо отсутствует вовсе, пропускались.

Таблица 1

Высокая положительная и отрицательная корреляция эксплуатационно-технических показателей на примере Октябрьской железной дороги

Коэффициенты корреляции	Значения
Между величинами «Номенклатура предостказных состояний по проекту» и «Номенклатура отказов по проекту»	0,952
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года»	0,941
Между величинами «Количество задержанных поездов за три года» и «Суммарная продолжительность задержки поездов»	0,849
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года» и «Количество задержанных поездов за три года»	0,717
Между величинами «Количество предостказных состояний за 3 года» и «Количество отступлений от норм содержания за 3 года»	0,683
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество задержанных поездов за три года»	0,678
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Продолжительность отказов 1 и 2 категории за 3 года»	0,655
Между величинами «Количество рельсовых цепей/путей» и «Номенклатура отказов по проекту»	0,645
Между величинами «Продолжительность отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года»	0,623
Между величинами «Количество рельсовых цепей/путей» и «Номенклатура предостказных состояний по проекту»	0,594
Между величинами «Количество отступлений от норм содержания за 3 года» и «Номенклатура предостказных состояний по проекту»	0,527
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество задержанных поездов за три года»	0,511

Окончание табл. 1	
Коэффициенты корреляции	Значения
Между величинами «Количество отказов 3 категории за 3 года» и «Продолжительность отказов 3 категории за 3 года»	0,505
Между величинами «Количество отступлений от норм содержания за 3 года» и «Номенклатура отказов по проекту»	0,501
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Специализация железнодорожной линии»	-0,627
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Количество пар поездов в сутки»	-0,703

Таблица 2

Умеренная отрицательная корреляция эксплуатационно-технических показателей на примере Октябрьской железной дороги

Коэффициенты корреляции	Значения
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года»	-0,304
Между величинами «Регламентное время устранения отказов» и «Номенклатура отказов по проекту»	-0,306
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Количество рельсовых цепей/путей»	-0,370
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Регламентное время устранения отказов»	-0,374
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Количество задержанных поездов за три года»	-0,384
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Номенклатура предотказных состояний по проекту»	-0,439
Между величинами «Класс железнодорожной линии» и «Номенклатура отказов по проекту»	-0,476

Таблица 3

Умеренная положительная корреляция эксплуатационно-технических показателей на примере Октябрьской железной дороги

Коэффициенты корреляции	Значения
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Номенклатура отказов по проекту»	0,497
Между величинами «Продолжительность отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество задержанных поездов за три года»	0,492
Между величинами «Количество отступлений от норм содержания за 3 года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,489
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года» и «Суммарная продолжительность задержки поездов»	0,479
Между величинами «Количество предотказных состояний за 3 года» и «Номенклатура отказов по проекту»	0,466
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество предотказных состояний за 3 года»	0,466
Между величинами «Количество предотказных состояний за 3 года» и «Номенклатура предотказных состояний по проекту»	0,459
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Суммарная продолжительность задержки поездов»	0,458
Между величинами «Количество отступлений от норм содержания за 3 года» и «Количество отказов 3 категории за 3 года»	0,457
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Номенклатура предотказных состояний по проекту»	0,452
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года» и «Количество предотказных состояний за 3 года»	0,444
Между величинами «Специализация железнодорожной линии» и «Количество пар поездов в сутки»	0,423
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,412
Между величинами «Количество предотказных состояний за 3 года» и «Количество отказов 3 категории за 3 года»	0,411

Окончание табл. 3	
Коэффициенты корреляции	Значения
Между величинами «Продолжительность отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Суммарная продолжительность задержки поездов»	0,409
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество отказов 3 категории за 3 года»	0,406
Между величинами «Количество отступлений от норм содержания за 3 года» и «Объект: станция / перегон»	0,401
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года» и «Количество отказов 3 категории за 3 года»	0,391
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество предотказных состояний за 3 года»	0,365
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года»	0,359
Между величинами «Количество предотказных состояний за 3 года» и «Объект: станция / перегон»	0,341
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,341
Между величинами «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года» и «Количество отступлений от норм содержания за 3 года»	0,341
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество отказов 1 и 2 категории за 3 года»	0,337
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов за 3 года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,335
Между величинами «Количество отказов 3 категории за 3 года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,334
Между величинами «Количество пар поездов в сутки» и «Количество отступлений от норм содержания за 3 года»	0,325
Между величинами «Количество задержанных поездов за три года» и «Количество предотказных состояний за 3 года»	0,323
Между величинами «Количество задержанных поездов за три года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,320
Между величинами «Количество отказов, вызвавших задержку в движении поездов, за 3 года» и «Количество отступлений от норм содержания за 3 года»	0,319
Между величинами «Количество предотказных состояний за 3 года» и «Количество рельсовых цепей/путей»	0,314
Между величинами «Специализация железнодорожной линии» и «Количество задержанных поездов за три года»	0,309

Как показал анализ корреляции, аналогичные оценки существенно расходятся для разных железных дорог, что можно объяснить различными причинами. Кроме того, в случае построения регрессионных моделей можно столкнуться с проблемой мультиколлинеарности в данных [6].

Дополнительно оценивалась теснота взаимосвязи между связанными величинами.

При сопоставлении средней величины фактического времени до восстановления с регламентным временем устранения отказов, для Октябрьской железной дороги была получена высокая величина корреляции – 0,74, что говорит о хорошей обоснованности регламентного времени, тогда как для других дорог величина аналогичного показателя падала до 0,15, то есть соответствовала практическому отсутствию взаимосвязи, а, следовательно, низкой объективности задания регламентного времени.

Таким образом, корреляционный анализ можно рассматривать как один из возможных инструментов, для оценки объективности данных о различных инцидентах, регистрируемых в информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики, наряду с методами логического, когнитивного анализа и рядом иных [7].

Заключение

В части дальнейшего развития информационных систем, в том числе в части реализации прескриптивной аналитики для выработки управленческих решений по технической эксплуатации инфраструктуры видится проблема ресурсоемкости. Несмотря на бурное развитие вычислительной техники и рост ее вычислительных возможностей, а также ожидаемое отсутствие необходимости расчетов в реальном масштабе времени при решении некоторых задач технической

эксплуатации, проблема недостатка вычислительных ресурсов может оказаться критичной. Существующие информационные системы решают множество задач, а новые задачи выступают дополнительной, причем существенно более сложной с вычислительной точки зрения нагрузкой. Некоторые из них, такие, например, как задача оптимального распределения различных ресурсов по сети железных дорог, очевидно, не могут быть решены за разумное время точными методами ввиду их огромной размерности. Выходом, помимо использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов, видится применение моделей искусственного интеллекта, но конкретная область его применения и возможные риски требуют отдельной оценки.

Список литературы

1. Плетнев С. Собственные поездные формирования нужно тарифицировать по-новому // Газета «Гудок» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=702469&archive=2010.10.06> (дата обращения: 22.05.2020).
2. Куприяновский В.П., Суконников Г.В., Ярцев Д.И., Кононов В.В., Синягов С.А., Намиот Д.Е., Добрынин А.П. Цифровая железная дорога – целостная информационная модель, как основа цифровой трансформации // International journal of open information technologies. 2016. № 10. С. 32–42.
3. Иванов А.А., Легоньков А.К., Молодцов В.П. Новые приборы регистрации параметров устройств железнодорожной автоматики в системе АПК-ДК (СТДМ) // Автоматика на транспорте. 2015. № 3. С. 282–297.
4. Бугреев Н.В., Веселова А.С., Орлов А.В. О корреляции статистических данных в информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики // Наука и образование транспорта. 2019. № 1. С. 309–312.
5. Фадеева Е.П., Титов А.Н., Тазиева Р.Ф. Построение модели множественной регрессии прибыли и декомпозиция риска ее получения на коммерческую, производственную и финансовую составляющие // Вестник технологического университета. 2018. № 5. С. 165–173.
6. Орлова И.В., Филонова Е.С. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5–1. С. 108–116.
7. Шерстюков О.С. Определение ошибок в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики // Транспорт: наука, образование, производство: сборник трудов конференции (Воронеж, 20 апреля 2020 г.). Воронеж, 2020. С. 85–90.

УДК 621.436: 621.43.019.2

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДИЗЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ ПРИ РАБОТЕ НА РЕЖИМАХ ХОЛОСТОГО ХОДА

Гоц А.Н., Гуськов В.Ф., Темнов А.М.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, e-mail: hotz@mail.ru

Проведен анализ ранее выполненных исследований по улучшению топливной экономичности транспортных дизелей на режимах холостого хода с отключением части цилиндров различными способами: путем прекращения подачи топлива в них с одновременным закрытием впускных и выпускных клапанов или без закрытия клапанов. Показано, что, в отличие от двигателей с принудительным воспламенением, где система отключения цилиндров успешно нашла применение, для дизелей требуются дополнительные исследования, поскольку приведенные в литературе результаты расчетно-теоретических и экспериментальных исследований противоречивы. Предлагаемые расчетные методики основаны на использовании экспериментальных характеристик, эмпирических зависимостей и других опытных данных, справедливых только для конкретных дизелей и режимов их работы. Кроме того, в основном выполняется расчетная оценка топливной экономичности для частичных режимов работы дизеля с отключением его цилиндров прекращением подачи топлива без экспериментального подтверждения. Поэтому результаты расчетных исследований, приведенных в одних работах, качественно отличаются от результатов экспериментальных исследований, приведенных в других работах. Предложена методика, основанная на опытных данных нагрузочной характеристики полноразмерного дизеля, для расчета индикаторного КПД и часового расхода топлива при его работе на режимах холостого хода с отключением части цилиндров разными способами. Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований изменения топливной экономичности дизеля 4СН10,5/12 на частичных режимах и холостых ходах при отключении части цилиндров путем прекращения подачи топлива с одновременным закрытием впускных и выпускных клапанов, а также без оказания воздействия на их привод. Показано, что улучшение топливной экономичности дизеля 4СН10,5/12 при отключении части цилиндров на частичных режимах и холостых ходах зависит от способа отключения цилиндров.

Ключевые слова: цилиндр, отключение, топливная экономичность, частичные режимы, холостой ход, избыток воздуха, индикаторный коэффициент полезного действия

REDUCING FUEL CONSUMPTION OF DIESELS BY DISCONNECTING PART OF THE CYLINDERS WHEN OPERATING IN MODES IDLE SPEED

Gots A.N., Guskov V.F., Temnov A.M.

Vladimir State University name Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, e-mail: hotz@mail.ru

The analysis of previously performed studies on improving the fuel efficiency of transport diesels at idle with disconnecting part of the cylinders in various ways: by stopping the fuel supply to them with the simultaneous closing of the intake and exhaust valves or without closing the valves. It is shown that in engines with forced ignition successfully use the method of cylinder disconnection. For diesels, additional research is required, when the cylinders are switched off, since the results of theoretical and experimental studies presented in publications contradict each other. The calculation methods are based on the use of experimental characteristics, empirical dependencies and other experimental data that are valid only for specific diesels and for known operating modes. In addition, the calculation of fuel efficiency is mainly performed for partial modes of operation of the diesel engine with the shutdown of its cylinders by stopping the fuel supply without experimental confirmation. Therefore, the results of computational studies given in some works differ qualitatively from the results of experimental studies given in other works. A method based on experimental data on the load characteristics of a full-size diesel engine is proposed for calculating the indicator efficiency and hourly fuel consumption when it is running at idle with the cylinder part disconnected in various ways. The analysis of the results of calculated and experimental studies of changes in fuel consumption of diesel 4СН10,5/12 at idle when disconnecting part of the cylinders by stopping the fuel supply with simultaneous closing of the intake and exhaust valves, as well as without affecting their drive. It is shown that the improvement of fuel efficiency of diesel 4СН10, 5/12 when switching off part of the cylinders in partial modes and idling depends on the method of switching off the cylinders.

Keywords: cylinder, shutdown, fuel efficiency, partial modes, idling, excess air, indicator efficiency

В условиях эксплуатации транспортные двигатели, а также дизели сельскохозяйственных машин при выполнении транспортных операций длительное время работают на режимах холостого хода. Установлено [1–3], что при эксплуатации на режимах холостого хода работают (в процентах от общего рабочего времени): транспортные дизели автомобилей – 15–30%; дизели сельскохозяйственных машин – 4–29%; зерноу-

борочные комбайны – 5–16%. Тем не менее расход топлива дизеля при работе на режиме холостого хода составляет соответственно от 7 до 17% от суммарного расхода топлива. На режимах холостого хода работа расходуется на преодоление механических потерь в дизеле. Для этого требуются малые цикловые подачи топлива, впрыскивание которых в цилиндр осуществляется при пониженных давлениях, обуславливающих ухудшение

процессов смесеобразования и сгорания и, как следствие, снижение индикаторного КПД при высоких значениях коэффициента избытка воздуха [4–6]. Для повышения цикловой подачи топлива и улучшения процесса смесеобразования при работе двигателей на режимах частичных нагрузок или холостого хода рекомендуется в [7–9] организовать работу дизеля таким образом, чтобы можно было отключать подачу топлива при уменьшении нагрузки и увеличивать подачу топлива при ускорении [10–12]. В тепловозных дизелях при работе на режиме холостого хода отключают часть секций топливного насоса. Получил развитие способ отключения части цилиндров, который впервые был реализован в 1981 г. на двигателях с принудительным воспламенением автомобилей Cadillac [13]. Возможными способами отключения цилиндра является прекращение подачи в него топлива с одновременным закрытием органов газораспределения или без него.

Способ отключения части цилиндров успешно реализован на многих современных двигателях с принудительным воспламенением, поскольку он позволяет уменьшить не только потери, связанные с дросселированием свежего заряда, и тепловые потери в стенку цилиндра, но и насосные потери, а также обеспечивает условия функционирования лямбда-зонда электронного блока управления. Так, 4-цилиндровый двигатель TSI объемом 1,4 л и эффективной мощностью 103 кВт, входящий в серию двигателей EA211 фирмы Volkswagen, оснащен оригинальной системой АСТ (active cylinder technology) отключения половины цилиндров, обеспечивающей снижение расхода топлива двигателем в цикле NEFZ на 0,4 л на 100 км пробега [14].

Указанная система осуществляет не только прекращение топливopодачи во 2-й и 3-й цилиндры и закрытие в них впускных и выпускных клапанов в диапазоне частот вращения коленчатого вала 1250–4000 мин⁻¹ при ограничении крутящего момента двигателя до 85 Н·м, но и исключает искрообразование между электродами свечи зажигания в этих цилиндрах.

На транспортных дизелях и дизелях сельскохозяйственной техники метод отключения цилиндров еще не нашел практического применения из-за сложности его конструктивного оформления в системе топливopодачи и механизме газораспределения. Однако результаты выполненных исследований [2–4] указывают на целесообразность его использования.

Так как указанные способы различаются сложностью реализации, целесообразно

для обоснованного выбора одного из них выполнить сравнительную оценку топливной экономичности дизеля на режимах холостого хода полноразмерного, а также когда прекращается подача топлива в часть цилиндров с одновременным закрытием впускных и выпускных клапанов или ограничиться только прекращением подачи топлива.

В работах [10–12] предлагается расчетно-экспериментальная методика по оценке топливной экономичности при отключении части цилиндров на основе экспериментальной универсальной (комбинированной, многопараметровой) характеристики полноразмерного двигателя для конкретного режима его работы. Эта методика получила широкое применение для расчета изменения удельного эффективного расхода топлива при отключении части цилиндров прекращением подачи топлива не только в автомобильных и тракторных дизелях [8–10], но и в четырехтактных бензиновых и газовых двигателях с принудительным воспламенением [11–13] на частичных режимах их работы. Следует отметить, что результаты расчетных исследований [10] для дизеля 2Ч10.5/12 по этой методике противоречат результатам экспериментальных исследований [7]. Применительно к режимам холостого хода универсальную характеристику, представляемую изолиниями эффективной мощности и удельного эффективного расхода топлива [7, 8], использовать для оценки топливной экономичности часовой расход топлива при отключении части цилиндров дизеля не представляется возможным.

В работах [4–6] предложена методика определения расхода топлива дизеля на режимах холостого хода при отключении части цилиндров, основанная на допущении о неизменности механических потерь с отключением его цилиндров простым прекращением в них подачи топлива при неизменном значении частоты вращения коленчатого вала. В этом случае среднее индикаторное давление в работающих цилиндрах увеличивается прямо пропорционально отношению числа цилиндров дизеля к числу цилиндров с подачей топлива. Для расчетной оценки топливной экономичности рекомендуется [5, 6] использовать параболическую зависимость относительной величины индикаторного КПД в функции относительного среднего индикаторного давления. Коэффициентами в такой зависимости являются опытные значения максимального и минимального (на режиме холостого хода) индикаторного КПД. В выводах авторы [5–7] отмечают, что при отсутствии максимума относительного индикаторного

КПД в указанной зависимости невозможно улучшить топливную экономичность дизеля в результате отключения некоторых цилиндров путем прекращения в них подачи топлива. В этой связи следует отметить работы [3, 4], в которых установлено, что снижение часового расхода топлива двигателем при отключении части цилиндров путем прекращения подачи топлива с одновременным закрытием органов газораспределения на режимах холостого хода происходит не только из-за роста индикаторного КПД, но и из-за снижения механических потерь.

Предлагаемая в [3, 4] методика, как и в работах [5–7], базируется на эмпирической зависимости индикаторного КПД в функции среднего индикаторного давления, получаемой аппроксимацией опытных данных по результатам испытаний полноразмерного двигателя. Однако подобные зависимости являются формальными, справедливыми для конкретных двигателей и режимов их работы, поскольку известно, что индикаторный КПД определяется прежде всего коэффициентом избытка воздуха, а среднее индикаторное давление – отношением индикаторного КПД к коэффициенту избытка воздуха.

Цель исследования: оценить топливную экономичность дизеля на режимах холостого хода с отключением части цилиндров различными способами.

Материалы и методы исследования

На основе анализа исследований по изменению показателей топливной экономичности при отключении части цилиндров разными способами на режимах холостого хода выполнить аналитический расчет и сравнить расчетные данные с экспериментальными результатами.

Обзор проведенных исследований по топливной экономичности дизелей при отключении части цилиндров показал:

- расчетные и экспериментальные исследования выполнялись для известных дизелей при существенных ограничениях по режимам их работы; некоторые результаты расчетных исследований не подтверждаются результатами моторных испытаний;
- основой для использования разработанных методик являются экспериментальные характеристики, эмпирические зависимости и другие опытные данные, справедливые для конкретных дизелей и режимов их работы.

В целях уменьшения трудоемкости и повышения достоверности результатов расчетных исследований по оценке топливной экономичности дизелей с отключением части цилиндров разными способами необ-

ходимо разработать методику, основанную на использовании минимального объема результатов испытаний полноразмерного двигателя, при следующих допущениях:

- механические потери определяются только частотой вращения коленчатого вала;
- неравномерность индикаторной удельной работы цикла по цилиндрам с топливоподачей отсутствует;
- распределение свежего заряда по цилиндрам независимо от наличия в них топливоподачи при закрытии органов газораспределения или без него является равномерным;
- степень наполнения цилиндра свежим зарядом (цикловой подачи) не зависит от нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала (коэффициент наполнения $\eta_v = \text{const}$).

Из первого допущения следует, что работа механических потерь двигателя с отключенными цилиндрами, равная сумме работ механических потерь цилиндров с топливоподачей и отключенных цилиндров, формализуется уравнением

$$p_{m,i-z} V_h (i - z) = p_{m,i} V_h (i - z) + p_{m,i} V_h z k_m, \quad (1)$$

где $p_{m,i}$ и $p_{m,i-z}$ – средние давления механических потерь полноразмерного двигателя с числом цилиндров i и двигателя с частично отключенными цилиндрами в количестве z ; V_h – рабочий объем цилиндра; k_m – коэффициент снижения механических потерь в отключенном цилиндре.

В общем случае механические потери, приходящиеся на один цилиндр, уменьшаются при его отключении из-за снижения мощности на привод топливного насоса и органов газораспределения и отсутствия насосных ходов в связи с закрытием впускных и выпускных клапанов. Принимая, что суммарная доля указанных потерь составляет δ_m [14] в мощности механических потерь, коэффициент k_m будет равен

$$k_m = 1 - \delta_m. \quad (2)$$

Тогда среднее давление механических потерь двигателя с отключенными цилиндрами в количестве z с учетом (1) и (2) равно

$$p_{m,i-z} = p_{m,i} \left(\frac{i - z \delta_m}{i - z} \right). \quad (3)$$

Из второго допущения, а также равенства работ индикаторных и механических потерь при постоянной частоте вращения коленчатого вала, справедливого для режимов холостого хода двигателя, с учетом (3) получим следующую зависимость относительного изменения средних индикаторных

давлений двигателя для полноразмерного и с отключенными z цилиндрами:

$$\frac{p_{i,i-z}}{p_{i,i}} = \frac{i - z\delta_m}{i - z}, \quad (4)$$

где $p_{i,i}$ и $p_{i,i-z}$ – средние индикаторные давления двигателей: полноразмерного и с отключенными z цилиндрами.

Для частного случая, соответствующего отключению части цилиндров только прекращением подачи топлива, из (4) при $\delta_m = 0$ следует

$$\frac{p_{i,i-z}}{p_{i,i}} = \frac{i}{i - z}. \quad (5)$$

С целью установления взаимосвязи между изменениями среднего индикаторного давления и индикаторным КПД двигателя при отключении некоторых цилиндров рассмотрим известную формулу для среднего индикаторного давления p_i

$$p_i = \frac{H_u \eta_i \eta_v \rho_0}{l_0 \alpha}, \quad (6)$$

где H_u – низшая теплота сгорания топлива; η_i – индикаторный КПД; η_v – коэффициент наполнения; ρ_0 – плотность воздуха на впуске; l_0 – теоретически необходимое количество воздуха, достаточное для полного сгорания 1 кг топлива и рассчитанное по стехиометрическим отношениям; α – коэффициент избытка воздуха.

С учетом формулы (6), третьего и четвертого допущений и условия $\rho_0 = \text{const}$ получим, что относительное изменение среднего индикаторного давления с уменьшением количества цилиндров с топливоподачей определяется относительным изменением отношения индикаторного КПД η_i к коэффициенту избытка воздуха α :

$$\frac{p_{i,i-z}}{p_{i,i}} = \frac{(\eta_{i,i-z} / \alpha_{i-z})}{(\eta_{i,i} / \alpha_i)}, \quad (7)$$

где α_i и α_{i-z} – коэффициенты избытка воздуха полноразмерного двигателя (с количеством цилиндров i) и двигателя с отключенными цилиндрами (с количеством цилиндров $i - z$) соответственно.

Согласно опытной зависимости η_i/α от коэффициента избытка воздуха, установленной по результатам испытаний дизеля 4Ч10,5/12, относительное изменение отношения η_i/α при изменении нагрузки и частоты вращения коленчатого вала, а следовательно, и относительное изменение среднего индикаторного давления при

отключении части цилиндров, аппроксимируется функцией

$$\frac{p_{i,i-z}}{p_{i,i}} = \frac{\alpha_i^{1-\frac{1}{\alpha_i}}}{\alpha_{i-z}^{1-\frac{1}{\alpha_{i-z}}}}. \quad (8)$$

Используя (7) и (8) при известных значениях α_i и α_{i-z} , определяется как

$$\frac{\eta_{i,i-z}}{\eta_{i,i}} = \frac{\frac{1}{\alpha_{i-z}^{1-\frac{1}{\alpha_{i-z}}}}}{\frac{1}{\alpha_i^{1-\frac{1}{\alpha_i}}}}. \quad (9)$$

Относительное изменение часового расхода топлива рассчитывается по формуле

$$\frac{G_{t,i-z}}{G_{t,i}} = \frac{\eta_{i,i}}{\eta_{i,i-z}} \left(1 - \frac{z\delta_m}{i} \right). \quad (10)$$

Для частного случая, соответствующему отключению части цилиндров только прекращением подачи топлива при $\delta_m = 0$ из (9) следует

$$\frac{G_{t,i-z}}{G_{t,i}} = \frac{\eta_{i,i}}{\eta_{i,i-z}}. \quad (11)$$

Совместное решение уравнений (4) или (5), (8), (9), (10) или (11) позволяет выполнить оценку топливной экономичности дизеля по величине относительного изменения часового расхода при отключении части цилиндров разными способами на режимах холостого хода для известных величин η_i , α_i , δ_m .

Экспериментальные исследования топливной экономичности дизеля при прекращении подачи топлива в часть цилиндров проводились в лаборатории двигателей кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки» ВлГУ.

При стендовых испытаниях дизеля 4Ч10,5/12 воздушного охлаждения были сняты нагрузочные характеристики для частот вращения коленчатого вала $n = 1100, 1300, 1500 \text{ мин}^{-1}$ в диапазоне эффективной мощности 0–12 кВт для полноразмерного дизеля, а также при отключении одного и двух цилиндров. При стендовых испытаниях также определялись механические потери методом прокручивания коленчатого вала.

Прекращение подачи топлива в отключаемые цилиндры обеспечивалось отсоединением нагнетательного трубопровода от форсунки и соединением его с мерной емкостью для определения расхода топлива весовым способом.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод, что увеличение количества отключенных цилиндров путем прекращения подачи топлива в исследуемом диапазоне частот вращения и нагрузок обуславливает повышение удельного эффективного расхода топлива g_e (формулы (9) и (10)). Это происходит из-за снижения коэффициента избытка воздуха и соответствующего уменьшения индикаторного КПД. При этом расход воздуха G_v дизелем не зависит от количества отключенных цилиндров для $n = \text{const}$ (рис. 1, кривая 4).

Изменение индикаторного КПД на режимах холостого хода $\eta_{i,z}/\eta_{i,i}$ в зависимости от количества отключенных цилиндров z прекращением подачи топлива приведено на рис. 2, из которого следует, что увеличение количества отключенных цилиндров z приводит к повышению индикаторного КПД из-за улучшения распыливания топлива в связи с ростом цикловой подачи топлива.

Формирование исходных данных для сравнительной расчетной оценки показателей топливной экономичности дизеля на режимах холостого хода при отключении части цилиндров разными способами осуществлялось по нагрузочным характеристикам полноразмерного двигателя. Определение среднего давления механических потерь для расчета индикаторных показателей выполнялось по зависимости, полученной аппроксимацией опытных данных $p_{m,i} = 0,111 + 0,0158 c_p$, где c_p – средняя скорость поршня.

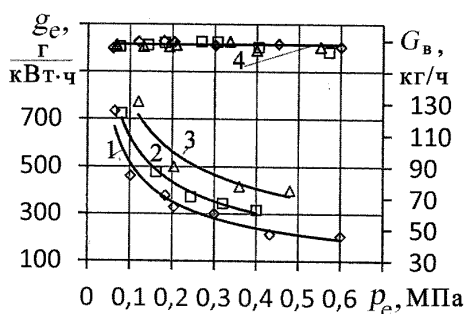


Рис. 1. Нагрузочная характеристика дизеля 4Ч10,5/12 при частоте вращения коленчатого вала $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$:
1 – полноразмерный дизель; 2 – отключен один цилиндр ($z = 1$); 3 – $z = 2$;
4 – расход воздуха G_v , кг/ч

На рис. 3 представлено изменение отношения η/α от α , которое с достаточной точностью в диапазонах $\alpha = 1,4 \dots 7$ и $n = 1100 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$ описывается вышеприведенной зависимостью (9).

Выбор коэффициента снижения механических потерь $k_m = 1 - \delta_m$ в отключаемом цилиндре производился на основании распределения механических потерь по составляющим дизеля 4Ч 10,5/12 [14], приведенным в табл. 1. Там же указаны экспериментальные данные по механическим потерям, определенным методом прокручивания коленчатого вала.

Расчетное изменение относительного часового расхода топлива дизелем при отключении части цилиндров разными способами приведено на рис. 4. Полученные результаты свидетельствуют о значительном снижении расхода топлива при отключении двух цилиндров дизеля 4Ч 10,5/12 прекращением подачи в них топлива с одновременным закрытием органов газораспределения на режимах холостого хода.

Анализ данных в таблице показывает, что в дизеле 4Ч 10,5/12 затраты индикаторной мощности на газообмен (насосные потери) являются достаточно высокими и их относительная величина составляет 13–15% от общих механических потерь.

По данным [3, 4] для дизеля Д-240 относительная величина насосных потерь составляет 14%. Учитывая способ прекращения подачи топлива в отключаемые цилиндры, например, с помощью специальных устройств [4, 10], и относительно незначительные потери на привод топливного насоса, можно пренебречь их влиянием на механические потери при отключении части цилиндров.

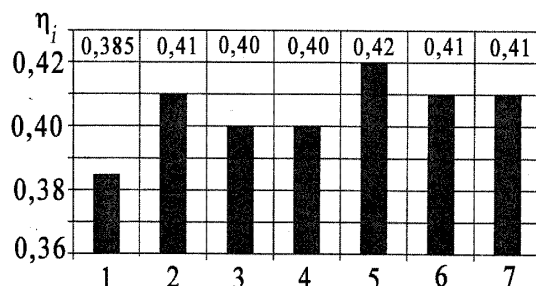


Рис. 2. Изменение индикаторного КПД дизеля при частоте вращения коленчатого вала $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ на режиме холостого хода:
1 – полноразмерный дизель, эксперимент;
2 – отключен один цилиндр ($z = 1$), эксперимент, $\delta_m = 0$; 3 – $z = 1$, расчет, $\delta_m = 0$; 4 – $z = 1$, расчет, $\delta_m = 0,14$;
5 – $z = 2$, эксперимент, $\delta_m = 0$; 6 – $z = 2$, расчет, $\delta_m = 0$; 7 – $z = 2$, расчет, $\delta_m = 0,14$

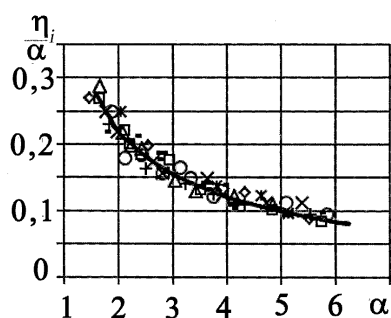


Рис. 3. Зависимость η/α от коэффициента избытка воздуха дизеля 4Ч10,5/12 в диапазоне частот вращения коленчатого вала 1100...1500 мин⁻¹: □ – $n = 1100$ мин⁻¹; Δ – $n = 1100$ мин⁻¹ ($z = 1$ – отключен 1 цилиндр); ○ – $n = 1100$ мин⁻¹ ($z = 2$); × – $n = 1300$ мин⁻¹; — – $n = 1300$ мин⁻¹ ($z = 1$); + – $n = 1300$ мин⁻¹ ($z = 2$); Ж – $n = 1500$ мин⁻¹; – – $n = 1500$ мин⁻¹ ($z = 1$); ◇ – $n = 1500$ мин⁻¹ ($z = 2$)

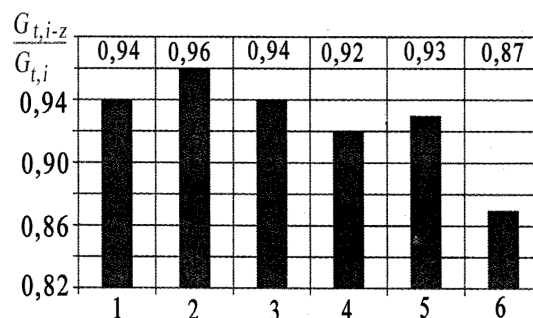


Рис. 4. Относительное изменение часового расхода топлива при частоте вращения коленчатого вала $n = 1500$ мин⁻¹ на режиме холостого хода при отключении части цилиндров: 1 – отключен один цилиндр $z = 1$, эксперимент, $\delta_m = 0$; 2 – $z = 1$, расчет, $\delta_m = 0$; 3 – $z = 1$, расчет, $\delta_m = 0,14$; 4 – $z = 1$, расчет, $\delta_m = 0$; 5 – $z = 2$, расчет, $\delta_m = 0$; 6 – $z = 2$, расчет, $\delta_m = 0,14$

Механические потери в тракторном дизеле 4Ч10,5/12 [14]

Потери	Механические потери в кВт при частотах вращения, мин ⁻¹			Механические потери в % при частотах вращения, мин ⁻¹		
	2000	1600	1100	2000	1600	1100
На трение в:						
цилиндро-поршневой группе;	6,4	4,0	3,5	39	40	47
кривошипно-шатунном механизме	4,2	2,0	1,0	24	20	13,5
Насосные	2,4	1,5	1,0	14	15	13,5
На привод:						
механизма газораспределения;	1,7	1,0	0,60	11	10	8
насосов масляного и топливного;	1,6	1,2	1,15	9	12	16
вентилятора и генератора	0,5	0,38	0,15	3	3	2
Общие	16,8	10,03	7,4	100	100	100
Общие (по экспериментальным данным)	16,5	10	6,9			

Последнее относится также и к снижению механических потерь на привод механизма газораспределения, обусловленных отсутствием привода органов газораспределения в отключенных цилиндрах. Поэтому в расчетах было принято $\delta_m = 0,14$.

Сравнение результатов расчетных и экспериментальных исследований (рис. 2) показывает их удовлетворительную сходимость, а также отсутствие заметного влияния способа отключения цилиндров на изменение индикаторного КПД дизеля при его работе на режимах холостого хода.

Выводы

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Предложенная методика оценки топливной экономичности дизеля с отключением некоторых цилиндров на режимах холостого хода основана на опытных данных,

определяемых из штатной нагрузочной характеристики полноразмерного двигателя.

2. Оценку изменения индикаторных показателей транспортных дизелей на частичных режимах и холостых ходах, в том числе и с отключением части цилиндров, целесообразно осуществлять по опытной зависимости отношения η/α индикаторного КПД к коэффициенту избытка воздуха в функции коэффициента избытка воздуха α .

3. Установлено, что для дизеля 4Ч10,5/12 прекращение подачи топлива в часть цилиндров в количестве до $z = 2$ в диапазоне частот вращения коленчатого вала $n = 1100...1500$ мин⁻¹ и нагрузок $N_e = 2...12$ кВт ухудшает, а на холостых ходах незначительно улучшает топливную экономичность.

4. Определено, что на режимах холостого хода способ отключения части цилиндров дизеля 4Ч 10,5/12 в диапа-

зоне частот вращения коленчатого вала $n = 1100 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$ не оказывает заметного влияния на изменение индикаторного КПД. Наибольшее возможное снижение часового расхода топлива на указанных режимах обеспечивается при отключении части цилиндров прекращением подачи топлива с одновременным закрытием впускных и выпускных клапанов за счет уменьшения мощности механических потерь и составляет при отключении двух цилиндров около 13 %.

Список литературы

1. Уханов Д.А. Улучшение эксплуатационных показателей автотракторной техники совершенствованием работы двигателей на холостом ходу: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Саратов, 2009. 32 с.
2. Отрадных А.В. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей сельскохозяйственного назначения в режиме холостого хода: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2007. 16 с.
3. Суркин В.И., Федосеев С.Ю. Определение параметров работы двигателя ТТА при отключении части его цилиндров // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 61. С. 91–95.
4. Федосеев С.Ю. Повышение топливной экономичности тракторно-транспортного агрегата отключением части цилиндров двигателя: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2015. 23 с.
5. Драгунов Г.Д., Медведев А.Н. Метод оценки эффективности отключения цилиндров автомобильного дизеля // Двигателестроение. 2007. № 4. С. 20–22.
6. Медведев А.Н. Повышение топливной экономичности автомобильных дизелей отключением части цилиндров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2008. 16 с.
7. Хусаинов В.Н. Обоснование методики и разработка технических средств для исследования эффективности конвертации дизелей на регулирование режимов работы пропуском рабочих ходов поршней: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург-Пушкин, 2010. 20 с.
8. Страшнов С.В. Регулирование дизеля 6С11/12,5 изменением числа работающих цилиндров или циклов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2017. 18 с.
9. Аношина Т.С. Повышение экономических и экологических качеств транспортного дизеля при работе на режимах малых нагрузок и холостых ходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2014. 18 с.
10. Камышников Р.О. Повышение эксплуатационных качеств автотракторных дизелей регулированием их активных рабочих объемов на режимах малых нагрузок: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2017. 16 с.
11. Савастенко Э.А. Регулирование двигателя с искровым зажиганием изменением его рабочего объема: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2016. 15 с.
12. Лотфуллин Ш.Р. Повышение энергоэффективности и экологичности автомобильного газового двигателя изменением его активного объема: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2019. 16 с.
13. Volkswagen Technical Site. [Электронный ресурс]. URL: <http://volkswagen> (дата обращения: 20.05.2020).
14. Путинцев С.В. Механические потери в поршневых двигателях. Специальные главы конструирования, расчета и испытаний. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 288 с.

УДК 004.78:004.6

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

¹Земцов А.Н., ²Чан Зунг Хань

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: ecmsys@yandex.ru;

²Национальный экономический университет, Ханой, e-mail: ecmsys@yandex.ru

Рассматриваются вопросы проектирования и модернизации сети хранения данных на основе семейства протоколов Fibre Channel. Особенности стандартов Fibre Channel FC-P1-5 и других позволили сетевым вендорам организовать производство оптических модулей на основе большого количества промышленных стандартов, вследствие чего директорам подразделений ИТ приходится учитывать множество особенностей стандартов Fibre Channel при проектировании и сети хранения данных. Оборудование сети хранения данных и модули расширения должны обеспечивать требуемую пропускную способность при обмене данными. Представлена методика многокритериального выбора оптических модулей Fibre Channel на основе метода анализа иерархий для их монтажа в сетевое оборудование сети хранения данных. Выбор подходящего стандарта должен осуществляться для каждого конкретного случая на основе количественных оценок: с учетом ценовых факторов и проектных требований. Предлагаемая методика многокритериального выбора оптических модулей Fibre Channel позволяет не только осуществлять выбор модулей, но и согласовывать экспертные оценки разрабатываемого проекта с учетом их компетенций. Проведенный анализ полученных результатов показывает целесообразность объективизации выбора и принятия решения в такой сложной и концептуальной проблеме, как выбор оборудования сети хранения данных.

Ключевые слова: центр обработки данных (ЦОД), дата-центр, сеть хранения данных, ИТ-инфраструктура, энергоэффективность, менеджмент информационных технологий, метод анализа иерархий

MULTI-CRITERIA SELECTION OF STORAGE AREA NETWORK EQUIPMENT

¹Zemtsov A.N., ²Tran Dung Khanh

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: ecmsys@yandex.ru;

²National Economics University, Hanoi, e-mail: ecmsys@yandex.ru

The issues of designing and upgrading a storage network based on the Fiber Channel protocol family are considered. Features of Fiber Channel FC-P1-5 standards, and others, allowed network vendors to organize the production of optical modules based on a large number of industry standards, as a result, CIO have to take into account many features of Fiber Channel standards in the design and storage network. The technique of multi-criteria selection of optical Fiber Channel modules based on the hierarchy analysis method for their installation in network equipment of a data storage network is presented. The selection of a suitable standard should be made for each specific case on the basis of quantitative assessments: taking into account price factors and design requirements. The proposed method of multicriteria selection of optical Fiber Channel modules allows not only to select modules, but also to coordinate expert assessments of the developed project taking into account their competencies. The analysis of the results shows the feasibility of objectification of the choice and decision making in such a complex and conceptual problem as the choice of equipment for the data storage network.

Keywords: data processing center, data center, storage area network, IT infrastructure, information technology management, data center power consumption, Fibre Channel

В настоящее время сохраняется устойчивая тенденция интеграции мобильной связи, средств массовой информации, социальных сетей и концепции межсетевого взаимодействия с современным обществом. Развитие информационной инфраструктуры, использование больших данных уже привели к конвергенции широкого спектра цифровых услуг в глобальную киберфизическую систему. Цифровая экономика является одним из важнейших факторов экономического роста, способным обеспечить прирост основных макроэкономических показателей. Согласно утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 Стратегии развития информационного общества Российской

Федерации на 2017–2030 гг., одним из ключевых драйверов развития цифровой экономики, основанной на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий, является низкокзатратная и высокопродуктивная информационная инфраструктура на базе отечественных разработок, основанная на концепции передачи, обработки и хранения данных.

С учетом того, что сегодня виртуализируется 92% серверных рабочих нагрузок, оборудование сети хранения данных и модули расширения должны обеспечивать требуемую пропускную способность при обмене данными [1].

Семейство протоколов Fibre Channel, разработкой которого занимается Техниче-

ский комитет T11 в составе Международного комитета по стандартам в сфере ИТ (INCITS), продолжает занимать доминирующие позиции при организации виртуализации сетевых серверов в хранилище данных. Особенности стандартов Fibre Channel FC-PI-5 и других позволили сетевым вендорам организовать производство оптических модулей на основе множества промышленных стандартов [2], например Small Form-factor Pluggable (INF-8074i), Enhanced Small Form-factor Pluggable (SFF-8431, SFF-8083), Quad Small Form-factor Pluggable (SFF-8635). Помимо форм-фактора необходимо учитывать множество других особенностей стандартов Fibre Channel, таких как тип оптоволоконного кабеля, тип передатчика и приемника, показатели энергоэффективности и другие [3]. Как следствие, выбор оптического модуля Fibre Channel не является тривиальной задачей.

Цель исследования заключается в разработке методики многокритериального выбора оптических модулей Fibre Channel на основе метода анализа иерархий для их монтажа в сетевое оборудование сети хранения данных.

Материалы и методы исследования

В табл. 1 показаны анализируемые варианты A1–A6 оптических модулей Fibre Channel.

Таблица 1
Варианты оптических модулей Fibre Channel

Условное обозначение	Стандарт
A1	1GFC
A2	2GFC
A3	4GFC
A4	8GFC
A5	10GFC
A6	16GFC

Выполним сравнение указанных стандартов оптических модулей по множеству технических характеристик с целью выявить основные различия между ними и определить, в каких ситуациях предпочтительно использовать тот или иной вариант. Для проведения процедуры сравнения будем использовать метод анализа иерархий [4]. Метод анализа иерархий используется для решения ряда задач, таких как нефтегазовое производство, разработка программного обеспечения [5, 6], инвестиционные проекты [7, 8], но исследования, связанные с проектированием инфокоммуникационных сетей, отсутствуют. В табл. 2 показаны выделенные критерии C1–C8, по которым произведем оценивание представленных альтернатив.

Таблица 2
Критерии для оценки альтернатив

Условное обозначение	Критерий
C1	Пропускная способность (Мбит/с)
C2	Линейная скорость
C3	Кодировка
C4	Максимальное расстояние (OM1) (м)
C5	Максимальное расстояние (OM2) (м)
C6	Максимальное расстояние (OM3) (м)
C7	Максимальное расстояние (OM4) (м)
C8	Совместимость с предыдущими версиями

В табл. 3 показано разделение выбранных критериев на группы G1, G2, и G3.

Таблица 3
Разделение выбранных критериев на группы

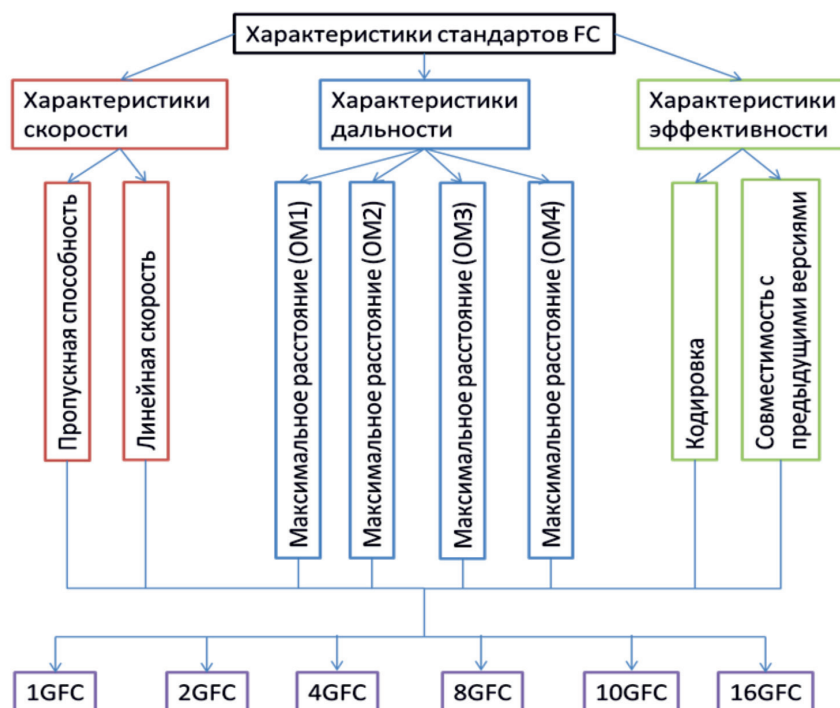
Условное обозначение	Группа критериев	Критерии
G1	Характеристики скорости	C1 C2
G2	Характеристики дальности	C4 C5 C6 C7
G3	Характеристики эффективности	C3 C8

Иерархия оценивания оптических модулей Fibre Channel показана на рисунке.

Выставим оценки каждой группе критериев по шкале от 1 до 9. Рассмотрим следующие типовые ситуации при проектировании сети.

В первом случае организации требуется относительно небольшая сеть с большой пропускной способностью, так как планируется высокоинтенсивный обмен данными на сравнительно небольшие расстояния. Описанная ситуация является типовой для, например, вычислительных кластеров НРС (High-performance computing cluster), представляющих собой массив вычислительных узлов или нодов (серверов), объединенных коммуникационной сетью. В этом случае оценки распределяются следующим образом: G1 – 9, G2 – 3, G3 – 7.

Во втором случае, напротив, организации требуется протяженная коммуникационная сеть, но высокоинтенсивный обмен данными не планируется. В этом случае оценки распределяются следующим образом: G1 – 2, G2 – 8, G3 – 7.



Иерархия оценивания оптических модулей Fibre Channel

Таблица 4

Расчет весов групп критериев для первого случая

	G1	G2	G3	WF(1)
G1	1	$9/3 = 3$	$9/7 = 1.29$	0.474
G2	$3/9 = 0.33$	1	$3/7 = 0.43$	0.158
G3	$7/9 = 0.78$	$7/3 = 2.33$	1	0.368

Таблица 5

Расчет весов групп критериев для второго случая

	G1	G2	G3	WF(2)
G1	1	$2/8 = 0.25$	$2/7 = 0.29$	0.118
G2	$8/2 = 4$	1	$8/7 = 1.14$	0.470
G3	$7/2 = 3.5$	$7/8 = 0.88$	1	0.412

Таблица 6

Распределение весов критериев внутри групп

G1		G2				G3	
C1	C2	C4	C5	C6	C7	C3	C8
0.5	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5

Рассчитаем вес каждой группы критериев для обоих представленных вариантов начальных условий. В первом случае веса групп распределяются, как показано в табл. 4.

Во втором случае веса групп распределяются, как показано в табл. 5.

Примем веса каждого критерия внутри соответствующей группы одинаковыми. Действительно, данные параметры взаи-

мосвязаны, в связи с чем возникает сложность выделения какого-либо, при одновременном понижении значимости другого. Получим множество весов критериев, показанное в табл. 6.

Оценим каждый из представленных вариантов по всем выбранным критериям, в результате чего получим абсолютные величины, как показано в табл. 7.

Критерии C1, C2, C4–C7 являются количественными с четко заданными числовыми значениями. При оценке критерия C7 числом «0» обозначено отсутствие в данной модификации соответствующего типа кабеля. Зададим для качественных критериев C3 и C8 численные оценки.

Совместимость с предыдущими, а также последующими версиями стандартов является важным показателем в тех случаях, когда сеть комплексная, состоящая из множества оборудования, компонентов и кабелей с различными характеристиками, например, длины и пропускной способности.

Несовместимость, или неполная совместимость, в рассматриваемых вариантах обусловлена несоответствием вариантов кодирования данных. Выставим в случае полной совместимости оценку 9, в случае только обратной совместимости – 7, а при полном ее отсутствии – 3, так как этот вариант нежелателен и неудобен для модернизации сети организации. Пересчитаем абсолютные величины, как показано в табл. 8.

Составим матрицы парных сравнений для каждого критерия и получим вес альтернативы внутри каждого критерия, как показано в табл. 9–16.

Таблица 7

Таблица абсолютных величин

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	200	1.0625	8b/10b	300	500	860	0	полная
A2	400	2.125	8b/10b	150	300	500	0	полная
A3	800	4.25	8b/10b	50	150	380	400	полная
A4	1600	8.5	8b/10b	21	50	150	190	полная
A5	2400	10.53	64b/66b	33	82	300	0	нет
A6	3200	14.025	64b/66b	15	35	100	125	обратная

Таблица 8

Таблица абсолютных величин

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	200	1.0625	5	300	500	860	0	9
A2	400	2.125	5	150	300	500	0	9
A3	800	4.25	5	50	150	380	400	9
A4	1600	8.5	5	21	50	150	190	9
A5	2400	10.53	8	33	82	300	0	3
A6	3200	14.025	8	15	35	100	125	7

Таблица 9

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C1

C1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC1
A1	1	0.5	0.25	0.125	0.083	0.063	0.023
A2	2	1	0.5	0.25	0.167	0.125	0.047
A3	4	2	1	0.5	0.333	0.25	0.093
A4	8	4	2	1	0.667	0.5	0.186
A5	12	6	3	1.5	1	0.75	0.279
A6	16	8	4	2	1.333	1	0.372

Таблица 10

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C2

C2	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC2
A1	1	0.5	0.25	0.125	0.101	0.076	0.026
A2	2	1	0.5	0.25	0.202	0.152	0.052
A3	4	2	1	0.5	0.404	0.303	0.105
A4	8	4	2	1	0.807	0.606	0.210
A5	9.911	4.955	2.478	1.239	1	0.751	0.260
A6	13.2	6.6	3.3	1.65	1.332	1	0.347

Таблица 11

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C3

C3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC3
A1	1	1	1	1	0.625	0.625	0.139
A2	1	1	1	1	0.625	0.625	0.139
A3	1	1	1	1	0.625	0.625	0.139
A4	1	1	1	1	0.625	0.625	0.139
A5	1.6	1.6	1.6	1.6	1	1	0.222
A6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	1	0.222

Таблица 12

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C4

C4	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC4
A1	1	2	6	14.286	9.091	20	0.527
A2	0.5	1	3	7.143	4.545	10	0.264
A3	0.167	0.333	1	2.381	1.515	3.333	0.088
A4	0.07	0.14	0.42	1	0.636	1.4	0.037
A5	0.11	0.22	0.66	1.571	1	2.2	0.058
A6	0.05	0.1	0.3	0.714	0.455	1	0.026

Таблица 13

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C5

C5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC5
A1	1	1.667	3.333	10	6.098	14.286	0.448
A2	0.6	1	2	6	3.659	8.571	0.269
A3	0.3	0.5	1	3	1.829	4.286	0.134
A4	0.1	0.167	0.333	1	0.609	1.429	0.045
A5	0.164	0.273	0.547	1.64	1	2.343	0.073
A6	0.07	0.117	0.233	0.7	0.427	1	0.031

Таблица 14

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C6

C6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC6
A1	1	1.72	2.263	5.733	2.867	8.6	0.376
A2	0.581	1	1.316	3.333	1.667	5	0.218
A3	0.442	0.76	1	2.533	1.267	3.8	0.165
A4	0.174	0.3	0.395	1	0.5	1.5	0.066
A5	0.349	0.6	0.789	2	1	3	0.131
A6	0.116	0.2	0.263	0.667	0.333	1	0.044

Таблица 15

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C7

C7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC7
A1	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	1	2.105	0	3.2	0.559
A4	0	0	0.475	1	0	1.52	0.266
A5	0	0	0	0	0	0	0
A6	0	0	0.313	0.658	0	1	0.175

Таблица 16

Матрица парных сравнений альтернатив по отношению к критерию C8

C8	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WC8
A1	1	1	1	1	3	1.286	0.196
A2	1	1	1	1	3	1.286	0.196
A3	1	1	1	1	3	1.286	0.196
A4	1	1	1	1	3	1.286	0.196
A5	0.333	0.333	0.333	0.333	1	0.429	0.064
A6	0.778	0.778	0.778	0.778	2.333	1	0.152

Таблица 17

Матрица оценок альтернатив для всех критериев

A	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0.023	0.026	0.139	0.527	0.448	0.376	0	0.196
A2	0.047	0.052	0.139	0.264	0.269	0.218	0	0.196
A3	0.093	0.105	0.139	0.088	0.134	0.165	0.559	0.196
A4	0.186	0.210	0.139	0.037	0.045	0.066	0.266	0.196
A5	0.279	0.260	0.222	0.058	0.073	0.131	0	0.064
A6	0.372	0.347	0.222	0.026	0.031	0.044	0.175	0.152

Из весов альтернатив составим матрицу оценок альтернатив для всех критериев, как показано в табл. 17.

По вычисленным оценкам рассчитаем векторы весов для обоих указанных вариантов:

1) $W_{tmp}(1) = (0.474 \cdot 0.5; 0.474 \cdot 0.5; 0.368 \cdot 0.5; 0.158 \cdot 0.25; 0.158 \cdot 0.25; 0.158 \cdot 0.25; 0.158 \cdot 0.25; 0.368 \cdot 0.5)^T = (0.237; 0.237; 0.184; 0.039; 0.039; 0.039; 0.039; 0.184)^T$;

2) $W_{tmp}(2) = (0.118 \cdot 0.5; 0.118 \cdot 0.5; 0.412 \cdot 0.5; 0.470 \cdot 0.25; 0.470 \cdot 0.25; 0.470 \cdot 0.25; 0.470 \cdot 0.25; 0.412 \cdot 0.5)^T = (0.059; 0.059; 0.206; 0.118; 0.118; 0.118; 0.118; 0.206)^T$.

Итоговые векторы приоритетов для обоих вариантов начальных условий запишутся в виде:

$W1 = [A] \cdot W_{tmp}(1) = (0.126; 0.114; 0.145; 0.172; 0.191; 0.250)^T$;

$W2 = [A] \cdot W_{tmp}(2) = (0.231; 0.164; 0.192; 0.141; 0.122; 0.152)^T$.

Анализ полученных результатов

Полученные результаты представляются согласованными. Для первой задачи, где наиболее важной является пропускная способность, предпочтительными являются стандарты 16GFC, 10GFC и 8GFC, в то время как остальные рассматриваемые стандарты оцениваются примерно одинаково и не являются предпочтительными.

Для второй задачи, где предполагается использование сети для передачи небольшого количества данных на значимые расстояния, наиболее предпочтительными вариантами оказались стандарты 1GFC, 4GFC

и 2GFC, имеющие наибольшую дальность, но не самую большую пропускную способность из представленных альтернатив. Следует также отметить, что стандарт 10GFC был бы выше в обоих вариантах ранжирования, но отсутствие совместимости с сетями других типов ведет к усложнению, а следовательно, и более высокой стоимости модернизации сети.

Разработчики стандартов отмечают, что с каждой последующей версией функциональные, скоростные и прочие возможные характеристики сети улучшаются. Также известно, что при этом существенно увеличивается и стоимость решения на базе новых стандартов. В случае проведения модернизации по стандартам 8GFC или 16GFC на решения с большей пропускной способностью следует количественно оценить возможные альтернативы по стоимости, например, нужна ли более высокая скорость или она будет избыточной; насколько просто выполнить модернизацию сети, так как может потребоваться замена имеющегося оборудования.

Заключение

В настоящей работе предложена методика многокритериального выбора оптических модулей Fibre Channel на основе метода анализа иерархий для их монтажа в сетевое оборудование сети хранения данных.

Необходимо отметить, что разница между оценками умеренна, как следствие, нельзя строго утверждать, что один вариант значительно выигрывает по сравнению с остальными, а другой – сильно проигрывает. Таким образом, выбор подходящего

стандарта должен осуществляться для каждого конкретного случая на основе количественных оценок: с учетом ценовых факторов и проектных требований.

Список литературы

1. Bradley W.C. Handbook of Data Center Management, Second Edition, Auerbach Publications CRC Press, 2018, 816 p.
2. Lowe S.D., Davis D.M., Green J., Knox S. Building a Modern Data Center: Principles and Strategies of Design, ActualTech Media, 2016. 226 p.
3. Liu Y., Muppala J.K., Veeraraghavan M., Lin D., Hamdi M. Data Center Networks: Topologies, Architectures and Fault-Tolerance Characteristics, Springer International Publishing, 2013. 68 p.
4. Roy B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Springer Science & Business Media, 2013. 293 p.
5. Земцов А.Н., Болгов Н.В., Божко С.Н. Многокритериальный выбор оптимальной системы управления базы данных с помощью метода анализа иерархий // Инженерный вестник Дона. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2360> (дата обращения: 28.05.2020).
6. Бикчурина А.И., Скокова И.К., Санин А.А., Василько Ф.А. Выбор автоматизированной системы на основе метода парных сравнений // Фундаментальные исследования. 2016. № 10–3. С. 483–487.
7. Щербаков В.В., Воронин А.В., Фролова С.В. Реализация концепции риск-менеджмента в интеграционной структуре предприятий нефтяного машиностроения // Фундаментальные исследования. 2020. № 4. С. 137–142.
8. Куликов Д.Л., Лыкова В.А. Многокритериальный выбор инвестиционной площадки методом анализа иерархий // Фундаментальные исследования. 2017. № 7. С. 151–155.

УДК 004.942

ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ОТКЛИКА В ПУПИЛЛОГРАММАХ

Исаева О.Л., Бороненко М.П., Киселева Е.С., Зеленский В.И.

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, e-mail: isoksi06@gmail.com,
kiselevampo@gmail.com, marinaboronenko@gmail.com, w_selenski@ugrasu.ru*

Вопрос протекания эмоций в некоторой степени изучен. Известно, что размер зрачков зависит от величины испытываемых эмоций. Однако существующие математические модели пупиллограмм в основном описывают реакцию зрачка на свет. В настоящее время различные математические модели пупиллограмм используются для обработки результатов пупиллометрических исследований. Существуют также математические модели эмоций. На данный момент исследования не сочетают моделирование пупиллограмм и моделирование эмоций. В основу исследований положена зависимость размеров зрачков от испытываемых эмоций. В нашей работе была сделана попытка определить коэффициент эмоционального отклика по пупиллограммам. Для исследований был разработан модуль для исследования пупиллограмм. В качестве примера приведем пример анализа пупиллограмм людей старшей возрастной категории. Обработка и анализ полученных результатов осуществлялись в два этапа: в ImageJ. и в Origin19. Отслеживая трек внимания, можно определить, на какой именно элемент предъявляемого тест-объекта произошла реакция. Также с помощью трека можно определить, что реакция произошла не на тест-объект. Получена математическая модель участка пупиллограммы, построенная в ответ на эмоциональный отклик. Методом эквивалентных преобразований над аналитическими выражениями теоретической и экспериментальной функций показано их синтаксическое сходство, что позволяет интерпретировать участок пупиллограмм как эмоционально окрашенный.

Ключевые слова: тест-объект, эмоциональная реакция, пупиллограммы, моделирование пупиллограмм

OBTAINING AN EMOTIONAL RESPONSE MODEL IN PUPILLOGRAMS

Isayeva O.L., Boronenko M.P., Kiseleva Ye.S., Zelenskiy V.I.

*Yugra state University, Khanty-Mansiysk, e-mail: isoksi06@gmail.com, kiselevampo@gmail.com,
marinaboronenko@gmail.com, w_selenski@ugrasu.ru*

The issue of the course of emotions has been studied to some extent. It is known that the size of the pupils depends on the size of the emotions experienced. However, existing mathematical models of pupillograms mainly describe the reaction of the pupil to light. Currently, various mathematical models of pupillograms are used to process the results of pupillometric studies. There are also mathematical models of emotions. At the moment, studies do not combine modeling of pupillograms and modeling of emotions. The study is based on the dependence of the size of the pupils on the emotions experienced. In our work, an attempt was made to determine the coefficient of emotional response from pupillograms. For research, a module for the study of pupillograms was developed. As an example, we give an example of the analysis of pupillograms of people of an older age category. Processing and analysis of the results were carried out in two stages: in ImageJ. and in Origin19. By tracking the attention track, you can determine on which element of the presented test object the reaction occurred. Also, using the track, you can determine that the reaction did not occur on the test object. A mathematical model of the pupillogram plot is obtained, constructed in response to an emotional response. The method of equivalent transformations over analytical expressions of theoretical and experimental functions shows their syntactic similarity, which allows us to interpret the portion of pupillograms as emotionally colored.

Keywords: test object, emotional reaction, pupillograms, modeling of pupillograms

Вопрос протекания эмоций в некоторой степени изучен. Известно, что размер зрачков зависит от величины испытываемых эмоций. Однако существующие математические модели пупиллограмм в основном описывают реакцию зрачка на свет: линейные, нелинейные, кривые Безье. Поэтому поиск математической модели, описывающей зрачковую реакцию, обусловленную эмоцией, актуален. На данный момент в исследованиях не совмещают моделирование пупиллограмм и моделирование эмоций. В нашей работе предпринята попытка определить коэффициент эмоционального отклика по пупиллограммам.

В настоящее время для обработки результатов пупиллометрического исследования используются различные математические модели: кусочно-линейные модели пупиллограмм, аппроксимационные модели, кривые Безье, нелинейные модели [1], искусственные нейронные сети [2].

Существующие модели эмоций довольно разнообразны: модель OCC [3], модель Plutchik [3], мультимодальная система распознавания эмоций [4], модель для моделирования динамики настроения, основанная на психологических теориях об униполярной клинической депрессии [5], модель, основанная на алгебраическом представлении эмоций [6], математическая модель страха

с учетом обобщенной информации о возможной угрозе, хранящейся в памяти, и поступающей информации о реальной (или ожидаемой) угрозе [7], математическая модель эмоционального состояния субъекта – KL-модель [8], математическая модель эмоционального процесса в виде задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений [9].

Цель исследования: основываясь на экспериментальных данных, получить модель эмоционального отклика в пупиллограммах.

Задачи исследования:

1. Подбор тест-объектов, вызывающих эмоциональный отклик.
2. Сборка и калибровка экспериментальной установки, позволяющей регистрировать изменение размеров зрачка.
3. Подбор математической модели участка пупиллограммы.
4. Сопоставление теоретической функции эмоционального отклика и участка пупиллограмм, построенных на основе экспериментальных данных.

Материалы и методы исследования

В основу исследований положена зависимость размеров зрачков от испытываемых эмоций. Информация, которая является значимой для человека, вызывает непроизвольное внимание в случае появления в поле восприятия индивида. Если предположить, что подобную информацию может содержать тест-объект, то реакция зрачков на такой тест-объект пропорциональна интенсивности испытываемых при этом эмоций. Перед проведением эксперимента был проведен опрос для определения темы, представляющей интерес для испытуемых.

По согласованию с участниками были выбраны тестовые объекты, содержащие эмоцию «страх».

Для исследований разработан шлем, с помощью которого создается жесткая координатная связь с видеокамерой. Видеокамеры 1 и 2 крепятся к кронштейну стандартными крепежными болтами. Болты позволяют направить объектив на зрачок глаза, отрегулировав угол наклона. Также возможно регулировать расстояние между объективом и глазом. Первая видеокамера регистрирует изображение монитора, на котором демонстрировались видеофайлы. Вторая видеокамера определяет размер зрачка. Внутреннее время видеокамер синхронизировано до сотых долей секунды. Это позволяет установить причину изменения размеров зрачков. Человек, надев шлем, располагается на расстоянии, при котором изменение освещенности поверхности глаза, обусловленной свечением монитора, становится несущественным. Модуль для исследования пупиллограмм представлен на рис. 1.

В эксперименте принимали участие представители разных полов, всего более 100 человек, в том числе студенты очного и заочного отделения. Все участники эксперимента были добровольцами и были предупреждены о возможном эмоциональном опыте. В основном у всех участников дальновзоркость, у одной женщины близорукость, исправленная очками. Чтобы вызвать эмоции, мы использовали видео о несчастных случаях, которые находились в свободном доступе в Интернете. Видеофайлы не содержали кровавых сцен, неожиданных звуков. Все события, показанные в видеофайлах, были предсказуемы.

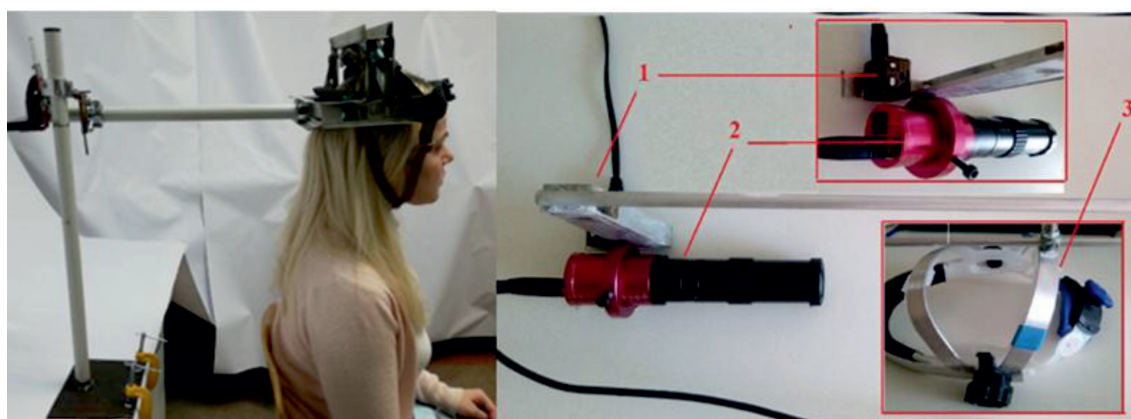


Рис. 1. Модуль для исследования пупиллограмм: 1 – камера, регистрирующая изображение монитора, на котором отображались видеофайлы; 2 – камера, регистрирующая размер зрачка; 3 – шлем, создающий жесткую координатную связь с головой



Рис. 2. Этапы оконтуривания зрачка

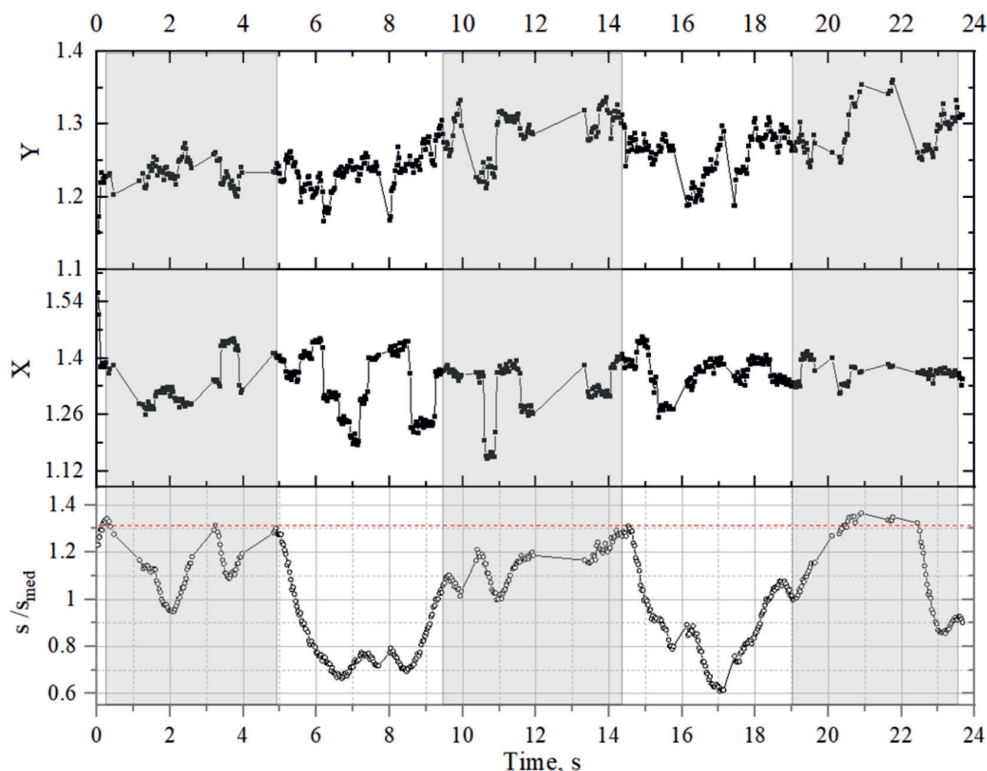


Рис. 3. Зрачковая безэмоциональная реакция на тест-объект и серый слайд

Обработка и анализ полученных результатов осуществлялись в два этапа. Во-первых, проводились препарирование изображений, обработка и оконтуривание зрачков в ImageJ. Это было необходимо для дальнейшего анализа полученных данных: координатной траектории зрачка и его относительного размера. Визуализация результатов была проведена в Origin19. Программное обеспечение Origin является одним из самых мощных инструментов для графического представления результатов [10]. Процесс обработки изображения зрачка показан на рис. 2.

При расшифровке пупиллограмм нужно помнить, что время «инерции зрения», необходимое для возникновения зрительного ощущения, в среднем составляет 0,03–0,1 с, и ощущение не сразу исчезает после того,

как прекратилось раздражение, а держится еще некоторое время. Предварительно данные подвергались очистке от артефактов, обусловленных морганием.

При отсутствии стимула или наблюдении серого слайда глаз находится в расслабленном состоянии, т.е. зрачок нормально увеличен. Именно это мы и наблюдаем на графиках (рис. 3). Так как размеры зрачка не статичны, отмечаются флуктуации размеров вокруг его среднестатистического нормального (обычного) значения. Во время воздействия информационного стимула, в данном случае слайда с изображением высоты, возникает реакция человека в зависимости от того, какие ощущения или эмоции он испытывает. При этом мышцы глаза напрягаются, размеры зрачка уменьшаются в зависимости от угловых размеров рассма-

триваемых деталей изображения. На пупиллограммах эти участки находятся ниже среднестатистического уровня, их можно считать отрицательными волнами внимания и отнести их к процессу распознавания объектов человеком. Соответственно, после идентификации наблюдаемого объекта человек автоматически оценивает его уровень значимости, в результате чего возникает/не возникает эмоциональный отклик.

Результаты исследования и их обсуждение

Среднее значение уровня интенсивности эмоций считалось нормальной реакцией, поскольку гипотеза заключалась в том, что большинство людей психически сбалансированы и терпимы. Так как размер зрачков зависит от испытываемых эмоций, по пупиллограмме можно оценить их ин-

тенсивность. Пупиллограмма – кривая интенсивности эмоционального переживания представлена на рис. 4.

Весь процесс длится в течение времени t , где область 0–5,1 с – это общее время, в течение которого собирается информация о реальной или ожидаемой угрозе, область 5,1–8,7 с – это временной интервал нарастания эмоции (кумулятивный эффект); затем эмоциональный отклик достигает пикового значения выходит на плато (порядка 2 с), а последняя область – это время затухания эмоции, в течение которого зрачок возвращается в нормальное состояние [8].

В одной из существующих моделей [9] интенсивность эмоций $J(\tau)$ изменяется пропорционально величине потребности P , дефициту информации (прагматической) обо всех средствах, необходимых для удовлетворения ($I_p - I_s$):

$$J(\tau) = \begin{cases} 0, & \text{при } \tau < \tau_0 \\ C \cdot \exp\left(\frac{k_1}{k_2} P(k_2 I_p(\tau - \tau_0)) + I_{s0}(1 - e^{k_2(\tau - \tau_0)})\right), & \text{при } \tau \geq \tau_0. \end{cases}$$

I_{s0} – начальный уровень информации об имеющихся в распоряжении субъекта ресурсах;
 I_s – информация о средствах, которыми субъект располагает в данный момент времени (прагматическая информация);
 I_p – информация обо всех средствах, необходимых для удовлетворения потребности;
 k_1 – коэффициент стимулирования эмоционального переживания;
 k_2 – коэффициент актуализации прагматической информации;
эмоциональный скачок $C = P(I_p - I_{s0})$;
величины (силы и качества) актуальной потребности P и возможности ее удовлетворения выражены разностью ($I_p - I_s$).

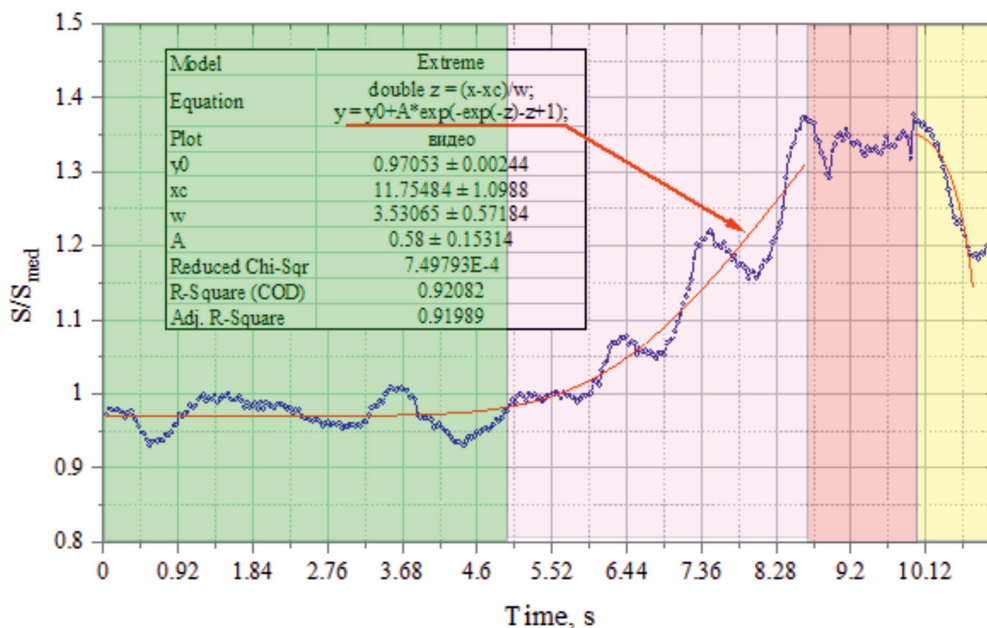


Рис. 4. Пупиллограмма – кривая интенсивности эмоционального переживания

После преобразований теоретическая модель изменения интенсивности эмоций $J(t)$ имеет вид:

$$J(t) = Ce^{\frac{P \cdot k_1}{k_2} I_{S0} (t-t_0) + 1 - e^{k_2(t-t_0)}}, \quad (1)$$

$$J(t) = Ce^{\frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0}} \cdot e^{\frac{k_1}{k_2} P \cdot k_2 I_p (\tau - \tau_0)} \cdot e^{-\frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0} \cdot e^{k_2(\tau - t_0)}}. \quad (2)$$

Модель изменения размеров зрачков, построенная по экспериментальным данным, имеет вид:

$$\Delta \left(\frac{S}{S_{med}} \right) = \frac{S}{S_{med}} - y_0 = \left(\frac{S}{S_{med}} \right)_{\max} \cdot e^{-\frac{t-t_c}{w}} \cdot e^{-\frac{t-t_c}{w}}, \quad (3)$$

$$\Delta \left(\frac{S}{S_{med}} \right) = J(t). \quad (4)$$

Очевидна схожесть структуры уравнений теоретической модели $J(t)$ и модели, полученной по экспериментальным данным $S(t)$. Тогда для $\tau \geq \tau_0$ сопоставим соответствующие множители.

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{S}{S_{med}} \right)_{\max} \cdot e^{\frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0}}; \quad (1) \\ e^{-\frac{t-t_c}{w}} = e^{-\frac{k_1}{k_2} P \cdot k_2 I_p (\tau - \tau_0)}; \quad (2) \\ e^{-\frac{t-t_c}{w}} = e^{-\frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0} \cdot e^{k_2(\tau - t_0)}}; \quad (3) \\ \Delta \left(\frac{S}{S_{med}} \right) = J(t); \quad (4) \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{S}{S_{med}} \right)_{\max} = C; \frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0} = 1; \quad (1) \\ \frac{1}{w} = \frac{k_1}{k_2} P \cdot k_2 I_p; \quad (2) \\ \ln \left(\frac{k_1}{k_2} P \cdot I_{S0} \right) = (t - t_0) \left(\frac{1}{w} - k_2 \right); \quad (3) \\ \Delta \left(\frac{S}{S_{med}} \right) = J(t); \quad (4) \end{array} \right. \quad (6)$$

Тогда из уравнения (2):

$$\frac{1}{w} = k_2 = \frac{k_1}{k_2} P \cdot k_2 I_p \quad (7)$$

поэтому

$$1 = \frac{k_1}{k_2} P \cdot I_p. \quad (8)$$

Тогда $I_p = I_{S0}$, это означает, что количество начальной прагматической информации велико и эмоциональный процесс находится в стадии насыщения, что мы и наблюдаем на графике (рис. 4). Таким образом, данную теоретическую модель вполне можно применять для расшифровки пупиллограмм.

В экспериментальной модели w – ширина колокола, поэтому при прочих равных условиях процесс целеполагания тем короче, чем ближе величина прагматической информации I_{S0} к прогностической I_p .

Отслеживая трек внимания, можно определить на какой именно элемент предъявляемого тест-объекта произошла реакция. Также с помощью трека можно определить, что реакция произошла не на тест-объект. Эмоции должны быть адекватными, т.е. среднестатистическими. Любое отклонение от нормы требует пристального внимания и изучения. В этом как раз может помочь полученных коэффициент страха. Грамотный подбор тест-объектов позволит расширить возможности айтрекинга, а также усовершенствовать существующие системы безопасности, использующие искусственный интеллект и распознавание эмоций.

Выводы

Получена модель участка пупиллограмм, построенная в ответ на эмоциональный отклик. Методом эквивалентных преобразований над аналитическими выражениями теоретической и экспериментальной функций показано их синтаксическое сходство. Это позволило интерпретировать участок пупиллограмм как эмоционально окрашенный.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-47-860018 p_a.

Список литературы

1. Фоменко В.Н., Куприянов А.С. Математические модели зрачковых реакций глаза человека (пупиллограмм) // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2010. № 4. С. 220–230.
2. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель определения функционального состояния опьянения человека в решении отдельных задач обеспечения транспортной безопасности // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. № 3. С. 285–293.
3. Kołakowska A., Landowska A., Szwoch M., Szwoch W., Wróbel M.R. Modeling emotions for affect-aware applications. Information Systems Development and Applications. 2015. P. 55–69.

4. Meftah I.T., Le Thanh N., Amar C.B. Detecting depression using multimodal approach of emotion recognition. 2012 IEEE International Conference on Complex Systems (ICCS). IEEE, 2012. P. 1–6.
5. Both F., Hoogendoorn M., Klein M., Treur J. Modeling the Dynamics of Mood and Depression. ECAI. 2008. P. 266–270. DOI: 10.3233/978-1-58603-891-5-266.
6. Meftah I.T., Le Thanh N., Amar C.B. Towards an algebraic modeling of emotional states. 2010 Fifth International Conference on Internet and Web Applications and Services. IEEE, 2010. P. 513–518.
7. Ghosh K. Fear: A mathematical model. Math. Model. and Appl. Comput. 2010. Vol. 1. № 1. P. 27–34.
8. Картвелишвили В.М., Лебедюк Э.А. Стимулы и математическая модель взаимовлияния эмоций экономических субъектов // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2016. № 4 (88). С. 113–126.
9. Глазунов Ю.Т. Эмоциональное переживание в системе целеполагания человека // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2011. Т. 14. № 1. С. 126–140.
10. Исаева О.Л., Бороненко М.П. Моделирование участка пупиллограммы, идентифицируемого как «уровень узнавания» // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 3. С. 54–58.

УДК 519.6

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НУЛЕЙ И ЭКСТРЕМУМОВ ФУНКЦИЙ НА ОСНОВЕ СОРТИРОВКИ С ПРИЛОЖЕНИЕМ К АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ. II. СЛУЧАЙ ДВУХ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ И ОДНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Ромм Я.Е.

*Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)», Таганрог,
e-mail: romm@list.ru*

Программы идентификации всех нулей и экстремумов функций двух действительных переменных выполняются в произвольной прямоугольной области на декартовой плоскости без локализации начальных приближений. Поиск нулей функций комплексной переменной сводится к этому случаю умножением на комплексно сопряженное значение. На данной основе выполняется поиск корней полиномов от одной комплексной переменной с комплексными коэффициентами, корней характеристического полинома матрицы с учетом кратности. Для линейной дифференциальной системы с матрицей постоянных коэффициентов идентифицированные корни определяют характер устойчивости в смысле Ляпунова. Построение программ основано на устойчивых адресных сортировках, вычислительные операции заменяются операциями сравнения, в результате достигается точность приближения нулей и экстремумов без потери значащих цифр в формате представления данных. Программы за приемлемое время выполняются на персональном компьютере, предложено их преобразование к максимально параллельной форме. Метод представлен с развернутым описанием численного эксперимента и кодами программ. С точностью до непринципиальных оговорок во всех приложениях по существу применяется одна и та же программа. Ее построение инвариантно относительно вида входной функции, области корней, экстремумов, структуры их расположения. Их поиск выполняется без указания области, структуры расположения корней, экстремумов, без априорной локализации их приближений. Приведен пример программной идентификации всех комплексных корней полинома 45-й степени с комплексными коэффициентами в прямоугольной области со сторонами длиной 2000 без потери значащих цифр в формате представления данных. При этом некоторые корни взаимно отделялись в действительной или мнимой части не более чем на 0.1. Дополнительно даны аналитические оценки области корней полиномов и характеристических чисел матрицы.

Ключевые слова: безусловная численная оптимизация, сортировки, параллельная идентификация комплексных корней полинома, устойчивость по Ляпунову, инвариантные программы без накопления погрешности

IDENTIFICATION OF ZEROS AND EXTREMA OF FUNCTIONS BASED ON SORTING WITH AN APPLICATION TO STABILITY ANALYSIS. II. THE CASE OF TWO REAL AND ONE COMPLEX VARIABLE

Romm Ya.E.

*A.P. Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics, Taganrog,
e-mail: romm@list.ru*

Programs for identifying all zeros and extrema of functions of two real variables are executed in an arbitrary rectangular region on the Cartesian plane without localizing the initial approximations. The search for zeros of functions of a complex variable reduces to this case by multiplication by a complex conjugate value. On this basis, a search is carried out for the roots of polynomials in one complex variable with complex coefficients, for the roots of the characteristic polynomial of the matrix, taking into account the multiplicity. For a linear differential system with a matrix of constant coefficients, the identified roots determine the nature of Lyapunov stability. The construction of programs is based on stable address sorting, computational operations are replaced by comparison operations, as a result, accuracy of approaching zeros and extrema is achieved without losing significant digits in the data representation format. Programs for an acceptable time are executed on a personal computer, their conversion to the most parallel form is proposed. The method is presented with a detailed description of the numerical experiment and program codes. All applications essentially use the same program. Its construction is invariant with respect to the form of the input function, the region of roots, extrema, and the structure of their location. Their search is performed without specifying the region, the structure of the location of roots, extrema, without a priori localization of their approximations. An example of software identification of all complex roots of a polynomial of degree 45 with complex coefficients in a rectangular region with sides 2000 in length without loss of significant digits in the data representation format is given. Moreover, some roots were mutually separated in the real or imaginary part by no more than 0.1. Additionally, analytical estimates are given for the region of roots of polynomials and characteristic numbers of the matrix.

Keywords: unconditional numerical optimization, sorting, parallel identification of the complex roots of the polynomial, Lyapunov stability, invariant programs without error accumulation

Излагаемая работа является непосредственным продолжением работы [1]. В [1] представлены основные понятия, определения, принципы подхода, конструкции ал-

горитмов и примеры программ. Ниже эта информация не дублируется. Метод из [1] позволяет по инвариантной программе находить нули и экстремумы различных функ-

ций, в том числе корни полиномов от одной действительной переменной в произвольно заданной области. При этом границы поиска задаются произвольно, начальные положения нулей и экстремумов не указываются, программа автоматически идентифицирует одновременно все нули и локальные экстремумы с произвольным априори заданным радиусом локализации. Ниже данный метод переносится на случай функции двух действительных переменных. Поиск нулей функции комплексной переменной сводится к этому случаю путем умножения функции на комплексно сопряженное значение. В частности, так находятся корни полиномов от одной комплексной переменной с комплексными коэффициентами. Предложенная программная реализация в своей основе сохраняет инвариантность во всех рассматриваемых применениях с точностью до специфики задания входных функций и полиномов. В частности, программа находит все корни характеристического полинома матрицы с учетом кратности, результаты интерпретируются в аспекте анализа устойчивости линейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) с данной матрицей коэффициентов. Программа строится на основе сортировки, все вычислительные операции заменяются операциями сравнения, в результате достигается точность приближения нулей и экстремумов без потери значащих цифр в формате представления данных. Рассматриваемые вопросы актуальны [2, 3], практически значимы, метод позволяет обойти вычислительную неустойчивость решения данных задач, представляющую собой одну из основных трудностей [4, 5] их решения. В аспекте анализа устойчивости систем линейных ОДУ результаты применения метода отличаются [6] инвариантностью относительно вида матрицы коэффициентов. В целом от известных методов поиска нулей и экстремумов предложенный способ отличается [7, 8] по своему построению, свойствами вычислительной устойчивости и минимизации погрешности, включая случай, когда экстремумы априори не локализованы. Метод преобразуется к максимально параллельной форме, даны соответствующие оценки временной сложности. Конкретно в работе ставится задача построить на основе сортировки метод безусловной численной оптимизации и одновременно решения задач вычислительной линейной алгебры, инвариантный относительно задачи с точностью до вида входной функции, программно реализовать метод, раскрыть его качество минимизации

погрешности и на основе численного эксперимента указать систему ограничений.

В работе ставится цель исследовать и обосновать возможность построения инвариантного метода компьютерной идентификации нулей и экстремумов функций двух действительных и одной комплексной переменных на основе устойчивой адресной сортировки. Инвариантность относится к виду входной функции, к области поиска одновременно всех нулей и экстремумов без их априорной локализации. Требуется представить единую программную реализацию метода, исключив элементы эвристики (что не достигалось в прототипе [9]), провести численный эксперимент в основных аспектах применения, который иллюстрировал бы свойства вычислительной устойчивости и минимизации погрешности. Требуется показать реализуемость метода с приемлемыми оценками времени на персональном компьютере и указать преобразование к параллельной форме с оценками временной сложности. Исследование акцентируется на свойстве метода выполнять численную оптимизацию без априорного указания области нулей и экстремумов, структуры их расположения, без локализации начальных приближений, дополнено аналитическими оценками области корней полиномов и характеристических чисел матрицы.

Идентификация комплексных корней полинома с комплексными коэффициентами в прямоугольной области

Изложенный в [1] метод распространяется на идентификацию комплексных корней полинома с комплексными коэффициентами с помощью перехода к модулю полинома как функции двух действительных переменных. После выполнения перехода последовательно используется первоначальный [1] способ по каждой действительной переменной по отдельности. При этом имеют место следующие особенности. Полином $P_n(z)$, $z = x + iy$, $i = \sqrt{-1}$ преобразуется в неотрицательную действительную функцию двух действительных переменных посредством умножения на комплексно сопряженное значение. Полученная функция $f(x, y) = P_n(z) \times \overline{P_n(z)}$ поступает на вход метода. Согласно следствию принципа минимума точками минимумов этой функции на декартовой плоскости могут быть ее нули (корни полинома $P_n(z)$) и только они [10]. При этом ноль, идентифицированный по одной переменной, означает, что ему однозначно соответствует ноль по второй переменной, соответственная пара ну-

лей дает действительную и мнимую часть корня полинома. Пусть требуется выполнить идентификацию корней в квадратной (прямоугольной) области. Вся область покрывается равномерной квадратной (прямоугольной) сеткой со сторонами квадрата длины H (прямоугольника $H \times \tilde{H}$). В программной реализации длина H будет обозначаться hh . Каждый горизонтальный слой сетки обходится слева направо аналогично тому, как описано для функции одной переменной [1], однако при фиксированном значении другой переменной. Последовательность всех горизонтальных слоев обходится сверху вниз. Каждый квадрат $H \times H$ в свою очередь покрывается мелкой квадратной сеткой со стороной квадрата h . При обходе горизонтального слоя квадрата $H \times H$ выполняется идентификация

каждого минимума по текущей переменной аналогично идентификации минимума функции одной действительной переменной. Как и в случае одной переменной, выбор h определяет длину стороны квадрата $H(hh)$ – с учетом числа $nn0$ элементов сортируемого массива: $hh:=nn0*h$; Радиус локализации [1] $eps0$ должен быть меньше половины расстояния между проекциями по крайней мере на одну из осей координат ближайших друг к другу корней. Согласно численному эксперименту шаг h должен быть меньше $eps0/40$, например $h=eps0/43$. Особенная часть этого процесса состоит в том, что вначале в качестве текущего элемента сортируемого массива берется наименьшее по всем элементам сетки с шагом h внутри квадрата $H \times H$ значение при фиксированной ординате $\min_{x, y=const} f(x, y)$:

```
{формирование входного массива для сортировки}
for r:=1 to nn0 do begin x:=x0+r*h;
ykk0:=y0; y:=y0; tty:=n00; hy:=h; miny (x,y,min,ee1); a1[r]:=min end;
```

После этого среди элементов сформированного массива идентифицируется локальный минимум:

```
{идентификация локального минимума по переменной x}
sort( nn0, a1, e3); k:=1; while k<= nn0 do begin for r := 1 to k-1 do
if abs(e3[k]-e3[k-r]) <=eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h; ...
```

Другая особенность состоит в том, что, как только сформирован (в данном дискретном приближении) локальный минимум $x_k = \min_{x, y=const} f(x, y)$, он фиксируется, и непосредственно при этом значении абсциссы, теперь уже в полной аналогии случаю одной действительной переменной, на данной равномерной сетке с шагом h изложенным в [1] способом (в рассматриваемом приближении) идентифицируется минимум по другой переменной $y_k = \min_{y, x_k=const} f(x, y)$:

```
{идентификация локального минимума по переменной y}
k1:=1; while k1<= nn0 do begin for r := 1 to k1-1 do
if abs(e33[k1]-e33[k1-r])<=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h; ...
```

При фиксированном x_k процесс рекуррентно продолжает поиск y_k по всем квадратам $H \times H$ соответственного вертикального слоя. Приближение точки минимума определяют $x_k = x_0 + e_{xk}h$, $y_k = y_0 + e_{yk}h$. Здесь e_{xk} , e_{yk} – входные индексы элементов, запомненные на выходе сортировки (устойчивая адресная сортировка слиянием, использованная в [1]), x_0 и y_0 – начальные координаты на границах текущего квадрата $H \times H$. Приближение (x_k, y_k) уточняется путем описанного для случая одной переменной спуска [1], причем по каждой переменной отдельно, и с чередованием выполняется двукратное повторение такого спуска. Данный процесс рекуррентно продолжает поиск x_{k+1} при фиксированном y_k ,

затем (x_{k+1}, y_{k+1}) , и т.д. В текущем квадрате $H \times H$ процесс заканчивается после идентификации всех корней с находящимися в нем их мнимыми частями, соответственными проверяемой действительной части. При достижении границ квадрата выполняется переход к следующему сверху вниз квадрату. На границах выполняется проверка идентифицированного наименьшего значения на локальную минимальность по аналогии со случаем функции одной переменной [1]. После окончания прохода по одному вертикальному слою выполняется переход к следующей локализованной действительной части верхнего квадрата с новым соответственным проходом по всему вертикальному слою.

После исчерпания идентифицированных в квадрате действительных частей с соответствующими им мнимыми частями во всем вертикальном слое совершается переход к следующему квадрату горизонтального слоя. После каждого перехода от одного квадрата к другому полностью воспроизводятся действия по изложенной схеме. После исчерпания квадратов верхнего слоя области выполняется переход к следующему сверху вниз горизонтальному слою с полным анализом соответственного полного вертикального слоя. Процесс продолжается до обхода всей априори заданной области.

Пример 1. Пусть требуется идентифицировать корни полинома 18-й степени в квадрате 16×16 с центром в начале декартовых

координат на комплексной плоскости. Для проверки правильности программы корни задаются в разделе констант этой программы. Отдельно задается массив действительных частей корней $a[i]$ (в программе $b[i]$) и в соответственной последовательности – массив мнимых частей $b[i]$ (в программе $b1[i]$). Комплексный корень определяется действительной и мнимой частью с равными индексами: $z = a[i] + \sqrt{-1} \times b[i]$. Полиномы восстанавливаются из двух данных массивов подпрограммой-функцией $\text{func}(x, y)$. В приводимой ниже программе и в других программах, предназначенных для экспериментальной проверки метода, квадрат модуля полинома задается по формуле, составленной из значений действительных и мнимых частей корней [9]:

$$f(x, y) = P_n(z) \times \overline{P_n(z)} = \prod_{i=1}^n \left((x - a[i])^2 + (y - b[i])^2 \right). \quad (1)$$

```
PROGRAM korkompm;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
label 21,22,23;
{параметры: граница погрешности, радиус локализации, шаг, число сортируемых элементов}
const eps=1.1e-44; eps0=0.049; h=eps0/43; n00=1024;
{область поиска} x00=-8; x11=8; y00=-8; y11=8; mm=4; np1=18;
type vect1=array [1..4*n00] of extended; vect2=array [1..4*n00] of longint;
vect3=array [1..np1] of extended;

const
b: vect3 =
(-2.1,-2,-1,0.102,0.203,0.302,0.401,0.505,0.602,0.701,0.805,1.5,1.6,2,6,6,1,7,7.1);
b1: vect3 =
(2.1,2,-1,0.107,0.203,0.309,0.404,0.503,0.603,0.702,0.806,1.5,1.6,-2,4,5,6,7);
var i,j,k,l,r,ee,eel,ty,nn0: longint; c,a1: vect1; e,e3, e33: vect2;
aaa, x,x0,xk,xk0,xk1,hx,hy,min,eps1,eps11,eps12,eps13,z,z1: extended;
bbb, y,y0,yk,yk0,yk1,ykk0,hh,yz,yz1: extended;
{задание квадрата модуля полинома степени np1}
function func(x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func:=abs(p);
{func:=abs(Ln(1+abs(p)))};
{func:=exp(sin(x*y))-exp(-1)-9};
end;
{процедуры выбора наименьшего значения}
procedure minx (var x,y,min:extended;var ee:integer);
begin min:=func(x,y); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*hx;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y); ee:=i end end end;
procedure miny (var x,y,min:extended;var ee1:integer);
begin min:=func(x,y); ee1:=0; for i:=1 to ty do begin y:=yk0+i*hy;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y); ee1:=i end end end;
{процедура сортировки слиянием}
procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
type vecc=array[0..4*n00] of longint;
var ab: integer; i,j,k,l,m,r,nm,p,n: longint; e1, e2: vecc;
begin
p:= trunc(ln(nn0)/ln(2)); if p <> ln(nn0)/ln(2) then p := p+1;
n:= round(exp(p*ln(2)));
for l := 1 to n do if l<=nn0 then e[l] := 1 else ab:=1;
for r := 1 to p do begin m :=round(exp(r*ln(2))); nm:=n div m;
for k := 0 to nm-1 do begin
for l := 1 to m div 2 do begin
```

```

if (k * m + 1 > nn0) or (e[k * m + 1] > nn0) then ab := 1
else e1[l] := e[k * m + 1];
if (k * m + m div 2 + 1 > nn0) or (e[k * m + m div 2 + 1] > nn0) then ab := 1
else e2[l] := e[k * m + m div 2 + 1] end;
i := 1; j := 0;
while i + j <= m do begin
  if i = m div 2 + 1 then ab := -1;
  if j = m div 2 then ab := 1;
  if (k * m + i > nn0) or (e[k * m + i] > nn0)
  or (k * m + m div 2 + j > nn0 - 1) or (e[k * m + m div 2 + j] > nn0)
  then ab := 1;
  if (i <= m div 2) and (j <= m div 2 - 1) and (k * m + i <= nn0)
  and (k * m + m div 2 + j <= nn0 - 1)
  then if (e2[j + 1] > nn0) or (e1[i] > nn0) then ab := 1 else
  begin if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] = 0 then ab := 0;
    if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] > 0 then ab := 1;
    if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] < 0 then ab := -1
  end; if ab >= 0 then
  begin e[k * m + i + j] := e1[i]; i := i + 1 end
  else begin e[k * m + i + j] := e2[j + 1]; j := j + 1 end
end end end end;
{процедуры спуска для уточнения корня}
procedure spusx( var eps1, xk0, xk1, hx, y: extended);
begin while abs(eps1) > eps do begin x := xk0; minx (x, y, min, ee); eps1 := eps1 / 1.2;
  xk0 := xk0 + ee * hx - eps1; xk1 := xk0 + eps1; hx := abs(2 * eps1) / mm end end;
procedure spusky( var eps11, yk0, yk1, hy, x: extended);
begin while abs(eps11) > eps do begin yk0 := yk0; y := yk0; tty := mm;
  miny (x, y, min, ee1); eps11 := eps11 / 1.2; yk0 := yk0 + ee1 * hy - eps11; yk1 := yk0 + eps11;
  hy := abs(2 * eps11) / mm end end;
{раздел инструкций}
begin
  aaa := 1e62; bbb := 1e62; x0 := x00; y0 := y00; nn0 := n00; hh := nn0 * h;
  while x0 <= x11 + hh do begin
    while y0 <= y11 + hh do begin
      {формирование входного массива для сортировки}
      for r := 1 to nn0 do begin x := x0 + r * h;
        yk0 := y0; y := y0; tty := n00; hy := h; miny (x, y, min, ee1); a1[r] := min end;
      sort( nn0, a1, e3);
      {идентификация локального минимума по переменной x}
      k := 1; while k <= nn0 do begin
        for r := 1 to k - 1 do if abs(e3[k] - e3[k - r]) <= eps0 / h then goto 23; xk := x0 + e3[k] * h;
        for r := 1 to nn0 do begin y := y0 + r * h; a1[r] := func(xk, y) end;
        sort( nn0, a1, e33);
        {идентификация локального минимума по переменной y}
        k1 := 1; while k1 <= nn0 do
          begin for r := 1 to k1 - 1 do if abs(e33[k1] - e33[k1 - r]) <= eps0 / h then goto 22; yk := y0 + e33[k1] * h;
            eps1 := eps0; eps11 := eps0; xk0 := xk - eps1; xk1 := xk + eps1; hx := abs(2 * eps1) / mm; y := yk;
            spusx(eps1, xk0, xk1, hx, y);
            yk0 := yk - eps11; yk1 := yk + eps11; hy := abs(2 * eps11) / mm; x := xk0 + ee * hx + eps1;
            spusky(eps11, yk0, yk1, hy, x); eps12 := eps0 / 2;
            xk0 := x - eps12; xk1 := x + eps12; hx := abs(2 * eps12) / mm; y := yk0 + ee1 * hy + eps11;
            spusx(eps12, xk0, xk1, hx, y); eps13 := eps0 / 2;
            yk0 := yk0 + ee1 * hy - eps13; yk1 := yk0 + 2 * eps13; hy := abs(2 * eps13) / mm; x := xk0 + ee * hx + eps12;
            spusky(eps13, yk0, yk1, hy, x);
            if func(xk, yk) = 0 then begin x := xk; yk0 := yk; goto 21 end;
            {склеивание границ текущих квадратов}
            for i := 1 to 2 do begin z := x + i * h; if func(x, yk0) >= func(z, yk0) then goto 23; end;
            for i := 1 to 2 do begin z1 := x - i * h; if func(x, yk0) >= func(z1, yk0) then goto 23; end;
            for i := 1 to 2 do begin yz := yk0 + i * h; if func(x, yk0) >= func(x, yz) then goto 22; end;
            for i := 1 to 2 do begin yz1 := yk0 - i * h; if func(x, yk0) >= func(x, yz1) then goto 22; end;
            if abs(aaa - x) <= 1e-50 then goto 23; if abs(bbb - yk0) <= 1e-50 then goto 22;
            21: if func(x, yk0) <= 1e-30 then begin
              writeln(' ', x:30, ' '); writeln(' ', yk0:30, ' ', func(x, yk0)); writeln; aaa := x; bbb := yk0;
            end;
            22: k1 := k1 + 1 end;
            23: k := k + 1 end;
          {циклическое прохождение области поиска}
          y0 := y0 + hh end; x0 := x0 + hh; y0 := y00 end;
        readln;
      end.

```


В данной программе операторы `if func(x,yk0)<=1e-30 then ...` используются, чтобы исключить вывод менее точных приближений искомых корней. Операторы `if abs(aaa-x)<=1e-50 then goto 23; if abs(bbb-yk0)<=1e-50 then goto 22;` исключают последовательный повтор выводимых значений. Эти операторы, используемые для наглядности выводимых значений, могут «фильтровать» искомые корни, в общем случае желательно ими не пользоваться (но тогда будет выводиться много лишних и повторяющихся приближений). Результат работы программы:

-1.0000000000000000E+0000		-2.0000000000000000E+0000	
2.0000000000000000E+0000	0.0000...0000	-1.0000000000000000E+0000	0.0000...0000
-2.1000000000000000E+0000		1.0200000000000000E-0001	
2.1000000000000000E+0000	0.0000...0000	1.0700000000000000E-0001	0.0000...0000
4.0100000000000000E-0001		5.0500000000000000E-0001	
4.0400000000000000E-0001	0.0000...0000	5.0300000000000000E-0001	0.0000...0000
6.0200000000000000E-0001		3.0200000000000000E-0001	
6.0300000000000000E-0001	0.0000...0000	3.0900000000000000E-0001	0.0000...0000
7.0100000000000000E-0001		2.0300000000000000E-0001	
7.0200000000000000E-0001	0.0000...0000	2.0300000000000000E-0001	0.0000...0000
8.0500000000000000E-0001		2.0000000000000000E+0000	
8.0600000000000000E-0001	0.0000...0000	-2.0000000000000000E+0000	0.0000...0000
1.5000000000000000E+0000		1.6000000000000000E+0000	
1.5000000000000000E+0000	0.0000...0000	1.6000000000000000E+0000	0.0000...0000
6.0000000000000000E+0000		6.1000000000000000E+0000	
4.0000000000000000E+0000	0.0000...0000	5.0000000000000000E+0000	0.0000...0000
7.0000000000000000E+0000		7.1000000000000000E+0000	
6.0000000000000000E+0000	0.0000...0000	7.0000000000000000E+0000	0.0000...0000

В левой колонке парами сверху вниз идут действительная и мнимая части комплексно-го корня, правой колонке – соответствующее значение полинома. Таким образом, все комплексные корни полинома 18-й степени с комплексными коэффициентами идентифицированы без потери значащих цифр в формате вывода данных. При этом действительные или мнимые части некоторых корней априори взаимно отделялись на 0.1.

Идентификация области корней, структуры области и корней полинома

Если программу `korkompmin` примера 1 непосредственно применить к полиному с произвольным расположением корней на комплексной плоскости, то без априорной оценки эвристически заданных границы области корней могут оказаться либо избыточными, с неприемлемым замедлением работы программы, либо, напротив, узкими, что может привести к потере корней. Вместе с тем определить границы области можно из этой же программы, если априори взять заведомо избыточное начальное значение границ, при этом задать сравнительно большой радиус локализации (относительно выбора его величины сохраняются замечания, данные для случая одной действительной переменной [1]). Весь процесс поясняется на основе следующего примера.

Пример 2. Пусть требуется идентифицировать область корней, ее структуру и сами корни полинома 45-й степени. Полином задан согласно (1) значениями действительных и мнимых частей в разделе констант программы, по которым затем его модуль восстанавливается функцией `func (x,y)`.

```
PROGRAM OBLASTIKORNI;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const n00=1024; np1=45;
type vect1=array [1..4*n00] of extended; vect2=array [1..4*n00] of longint;
vect3=array [1..np1] of extended;
const b: vect3 =
  (-4,4,0,0,0,0,0,-777.23, 777.23,-555.077,555.077,-111,111,-2.1,-2,
  -1,0,102,0,203,0,302,0,401,0,505,0,602,0,701,0,805,1.5,1.6, 2, 77, 79.01, 8.09,19.010203,20,
  -77,55.01,54.1,80.01,0.101,0.202, 8.109, 7.109, 7.109, 0, -1.000001, 0);
  b1: vect3 =
  (4,-4,2,-2,-5,-5.1,5,5.1,555.077,-555.077,777.23,-777.23,-111,111,2.1,2,
  -1,0,107,0,203,0,309,0,404,0,503,0,603,0,702,0,806,1.5,1.6,-2,-55,-79.01, -4.03,19.0987,-20,
  67,8.02,-4.11,0.906,54.101,80.202,-4.103,-4.103,-4.203,0.000001, 0, -1.000001);
var i,j,k,kk,k1,r,ee,ee1,ty,nn0, mm: longint; c,a1,rex,imy: vect1; e,e3, e33: vect2;
aaa, x,x0,xk,xk0,xk1,hx,hy,min,eps1,eps11,eps12,eps13,z,z1: extended;
bbb, y,y0,yk,yk0,yk1,ykk0,hh,yz,yz1, x00, x11, y00, y11,eps0, h, eps00,eps:extended;
```



```

procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
{процедура сортировки слиянием без изменения скопирована
из программы korkompmmin примера 1}
procedure identifl(var eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0:extended;
var rex,imy: vect1;var kk:longint;var mm:longint);
label 21,22,23;
function func(x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func:=abs(p);
end;
procedure minx(var x,y,min:extended;var ee:integer);
begin min:=func(x,y); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*hx;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee:=i end end end;
procedure miny(var x,y,min:extended;var ee1:integer);
begin min:=func(x,y); ee1:=0; for i:=1 to tty do begin y:=ykk0+i*hy;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee1:=i end end end;
procedure spusx(var eps1,xk0,xk1,hx,y: extended);
begin while abs(eps1) > eps do begin x:=xk0; minx(x,y,min,ee); eps1:=eps1/1.2;
xk0:=xk0+ee*hx-eps1; xk1:=xk0+eps1; hx:=abs(2*eps1)/mm end end;
procedure spusky(var eps11,yk0,yk1,hy,x: extended);
begin while abs(eps11) > eps do begin ykk0:=yk0; y:=yk0; tty:=mm;
miny(x,y,min,ee1); eps11:=eps11/1.2; yk0:=ykk0+ee1*hy-eps11; yk1:=yk0+eps11;
hy:=abs(2*eps11)/mm end end;
begin
aaa:=1e62;bbb:=1e62;kk:=0; x0:=x00; y0:=y00; nn0:=n00; hh:=nn0*h;
while x0 <= x11+hh do begin while y0 <= y11+hh do begin
for r:=1 to nn0 do begin x:=x0+r*h;ykk0:=y0; y:=y0; tty:=n00;hy:=h;
miny(x,y,min,ee1); a1[r]:=min end; sort( nn0, a1, e3);
k:=1; while k<= nn0 do begin
for r:= 1 to k-1 do if abs(e3[k]-e3[k-r]) <=eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h;
for r:=1 to nn0 do begin y:=y0+r*h; a1[r]:=func(xk,y) end; sort( nn0, a1, e33);
k1:=1; while k1<= nn0 do begin for r:= 1 to k1-1 do
if abs(e33[k1]-e33[k1-r])<=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h; eps1:=eps0; eps11:=eps0;
xk0:=xk-eps1; xk1:=xk+eps1; hx:=abs(2*eps1)/mm; y:=yk; spusx(eps1,xk0,xk1,hx,y);
yk0:=yk-eps11; yk1:=yk+eps11; hy:=abs(2*eps11)/mm; x:=xk0+ee*hx+eps1;
spusky(eps11,yk0,yk1,hy,x); eps12:=eps0/1.2; xk0:=x-eps12; xk1:=x+eps12;
hx:=abs(2*eps12)/mm; y:=yk0+ee1*hy+eps11; spusx(eps12,xk0,xk1,hx,y); eps13:=eps0/1.2;
yk0:=yk0+ee1*hy-eps13; yk1:=yk0+2*eps13; hy:=abs(2*eps13)/mm;
x:=xk0+ee*hx+eps12; spusky(eps13,yk0,yk1,hy,x);
if func(xk,yk)= 0 then begin x:=xk; yk0:=yk; goto 21 end;
for i:= 1 to 2 do begin z:=x+i*h; if func(x,yk0) >= func(z,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin z1:=x-i*h; if func(x,yk0) >= func(z1,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz:=yk0+i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz) then goto 22; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz1:=yk0-i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz1) then goto 22; end;
if abs(aaa-x)<=1e-50 then goto 23; if abs(bbb-yk0)<=1e-50 then goto 22;
21: kk:=kk+1; rex[kk]:=x; imy[kk]:=yk0;
if func(x,yk0)<=1e-3{30} then begin writeln(' ', x:30,' ');
writeln(' ', yk0:30,' ', func(x,yk0):30); writeln; aaa:=x; bbb:=yk0; end;
22: k1:=k1+1 end;
23: k:=k+1 end; y0:=y0+hh end; x0:=x0+hh; y0:=y00 end; end;
begin
eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-1000; x11:=1000; y00:=-1000; y11:=1000;
eps0:= 4.9; h:=eps0/43;eps00:= eps0;
writeln; writeln(' ','Приближения корней',' '); writeln;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln(' ','Уточнения корней',' '); writeln ;
eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:= 1 to kk do
begin
x00:=rex[ii]- eps00;x11:=rex[ii]+ eps00; y00:=imy[ii]- eps00;y11:=imy[ii]+ eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
end;
x00:=-200; x11:=200; y00:=-200; y11:=200; eps0:= 0.49; h:=eps0/43;eps00:= eps0;
writeln; writeln(' ','Приближения корней',' '); writeln ;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln(' ','Уточнения корней',' '); writeln ;
eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:= 1 to kk do
begin

```

```
x00:=rex[ii]- eps00;x11:=rex[ii]+ eps00; y00:=imy[ii]- eps00;y11:=imy[ii]+ eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
end;
x00:=-20; x11:=20; y00:=-20; y11:=20; eps0:= 0.049; h:=eps0/43; eps00:= eps0;
writeln; writeln (' ','Приближения корней ',' '); writeln ;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln (' ','Уточнения корней ',' '); writeln ;
eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:= 1 to kk do
begin
x00:=rex[ii]- eps00;x11:=rex[ii]+ eps00; y00:=imy[ii]- eps00;y11:=imy[ii]+ eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
end;
x00:=-2; x11:=2; y00:=-2; y11:=2; eps:=1e-144; mm:=32; eps0:= 0.0049; h:=eps0/43;eps00:= eps0;
writeln; writeln (' ','Приближения корней ',' '); writeln ;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln (' ','Уточнения корней ',' '); writeln; eps0:= eps00/10;h:=eps0/43;
for ii:= 1 to kk do
begin
x00:=rex[ii]- eps00;x11:=rex[ii]+ eps00; y00:=imy[ii]- eps00;y11:=imy[ii]+ eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm); end;
readln; end.
```

Результат работы программы (исключены менее точные и повторяющиеся значения):

-7.7723000000000000E+0002	-5.5507700000000000E+0002
5.5507700000000000E+0002 0.0000...0000	7.7723000000000000E+0002 0.0000...0000
-7.7000000000000000E+0001	4.0100000000000000E-0001
6.7000000000000000E+0001 0.0000...0000	4.0400000000000000E-0001 0.0000...0000
-2.0000000000000000E+0000	7.1090000000000000E+0000
2.0000000000000000E+0000 0.0000...0000	-4.1030000000000000E+0000 0.0000...0000
8.0900000000000000E+0000	6.0200000000000000E-0001
-4.0300000000000000E+0000 0.0000...0000	6.0300000000000000E-0001 0.0000...0000
2.0200000000000000E-0001	7.9010000000000000E+0001
8.0202000000000000E+0001 0.0000...0000	-7.9010000000000000E+0001 0.0000...0000
5.4100000000000000E+0001	5.5010000000000000E+0001
-4.1100000000000000E+0000 0.0000...0000	8.0200000000000000E+0000 0.0000...0000
2.0300000000000000E-0001	8.0010000000000000E+0001
2.0300000000000000E-0001 0.0000...0000	9.0600000000000000E-0001 0.0000...0000
5.5507700000000000E+0002	7.7723000000000000E+0002
-7.7723000000000000E+0002 0.0000...0000	-5.5507700000000000E+0002 0.0000...0000
-1.1100000000000000E+0002	1.0200000000000000E-0001
-1.1100000000000000E+0002 0.0000...0000	1.0700000000000000E-0001 0.0000...0000
3.0200000000000000E-0001	5.0500000000000000E-0001
3.0900000000000000E-0001 0.0000...0000	5.0300000000000000E-0001 0.0000...0000
7.0100000000000000E-0001	1.5000000000000000E+0000
7.0200000000000000E-0001 0.0000...0000	1.5000000000000000E+0000 0.0000...0000
1.6000000000000000E+0000	8.0500000000000000E-0001
1.6000000000000000E+0000 0.0000...0000	8.0600000000000000E-0001 0.0000...0000
-1.0000000000000000E+0000	1.0100000000000000E-0001
-1.0000000000000000E+0000 0.0000...0000	5.4101000000000000E+0001 0.0000...0000
2.0000000000000000E+0001	7.1090000000000000E+0000
-2.0000000000000000E+0001 0.0000...0000	-4.2030000000000000E+0000 0.0000...0000
1.9010203000000000E+0001	7.7000000000000000E+0001
1.9098700000000000E+0001 0.0000...0000	-5.5000000000000000E+0001 0.0000...0000
1.1100000000000000E+0002	-4.0000000000000000E+0000
1.1100000000000000E+0002 0.0000...0000	4.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
-2.1000000000000000E+0000	4.0000000000000000E+0000
2.1000000000000000E+0000 0.0000...0000	-4.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
7.1090000000000000E+0000	-1.0000010000000000E+0000
-4.1030000000000000E+0000 0.0000...0000	0.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
0.0000000000000000E+0000	0.0000000000000000E+0000
-5.0000000000000000E+0000 0.0000...0000	-5.1000000000000000E+0000 0.0000...0000
0.0000000000000000E+0000	0.0000000000000000E+0000
2.0000000000000000E+0000 0.0000...0000	5.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
0.0000000000000000E+0000	2.0000000000000000E+0000
5.1000000000000000E+0000 0.0000...0000	-2.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
8.75460310550294812E-0145	0.0000000000000000E+0000
1.0000000000000000E-0006 6.85390E-0203	-2.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
0.0000000000000000E+0000	
-1.0000010000000000E+0000 0.0000...0000	

Найдены 45 различных комплексных корней полинома 45-й степени с комплексными коэффициентами без погрешности в формате представления данных. В числе корней те, действительные части которых взаимно отделены на 0.1, а мнимые части совпадают. У некоторых мнимые части отделены на 0.1, а действительные части равны. Представленная ранее программа `korkompm` в рассматриваемом случае эквивалентно преобразована в процедуру `identifl(eps, x00, x11, y00, y11, eps0, h, x, yk0, rex, imy, kk, mm)`; В отличие от программы-прототипа, параметры процедуры, включая границы области поиска корней, границы абсолютной погрешности, радиусы локализации, количество элементов сетки спуска, определены как переменные. Это сделано для уточнения искоемых корней посредством повторения процедуры на участке с переменными границами области корней. Действительные и мнимые части предварительно вычисленных корней запоминаются в качестве соответствующих элементов массивов `rex[kk]:=x`; `imy[kk]:=yk0`; Их уточнение выполняется

с отступами на радиус локализации, с которым эти корни были первоначально приближены: влево и вправо от действительной и мнимой части данного элемента массива. Такими отступами определяются границы, внутри которых затем выполняется поиск более точных значений (или значений, отделенных на меньшую величину). В новых границах выполняется обращение к процедуре `identifl(eps, x00, x11, y00, y11, eps0, h, x, yk0, rex, imy, kk, mm)`. Кроме того, обращение выполняется в цикле по всем элементам массива, при этом радиус локализации уменьшен в десять раз по сравнению с тем, который использован для нахождения первичных приближений корней. Входные границы области определялись как стороны квадрата длиной 2000 на комплексной плоскости с центром в начале координат. Следует заметить, что та же программа дала бы верные значения всех корней без изменения параметров предыдущей программы, при этом время вычисления уменьшилось бы. Однако один из корней в этом случае имел бы низкую точность приближения, именно:

2.49265564117508969E-0045
1.000000000000000000E-0006 5.55635185968440483E-0004

При рассмотрении программы `OBLASTIKORNI` необходимо принять во внимание, что последовательность обращений к процедуре определена с учетом структуры расположения корней. Получить предварительное представление о структуре можно посредством одного (или двух-трех с сокращением вдвое радиуса локализации) обращений к этой же процедуре:

`eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-1000; x11:=1000; y00:=-1000; y11:=1000; eps0:= 4.9; h:=eps0/43;`
`identifl(eps, x00, x11, y00, y11, eps0, h, x, yk0, rex, imy, kk, mm);`

В более простом случае, когда корни не выходят из квадрата со «средней» длиной стороны и они взаимно отделены в действительной или мнимой части на ≥ 0.1 , для их вычисления достаточно одного обращения к процедуре `identifl` (как в программе `korkompm` примера 1). Это не исключает дополнительного циклического уточнения с помощью той же процедуры.

Пример 3. Пусть требуется найти корни полинома 10-й степени, заданного массивами действительных и мнимых частей корней в разделе констант программы:

```
PROGRAM prostojprimerPOLINOM;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const n00=1024; np1=10;
type vect1=array[1..4*n00] of extended; vect2=array[1..4*n00] of longint; vect3=array[1..np1] of extended;
const b: vect3 =
  (-4.1, 4.21, -2.1, -2, -2.221, 0.102, 0.203, -77.55.01, 55.1);
  b1: vect3 =
  (-44.33, -4, 2, 2.202, -5, -5.1, 55.001, 55.1, 2.101, 44.135);
{описание переменных скопировано из описания программы OBLASTIKORNI примера 2}
procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
{процедура sort без изменений скопирована из программы korkompm примера 1}
procedure identifl(var eps, x00, x11, y00, y11, eps0, h, x, yk0: extended; var rex, imy: vect1; var kk: longint; var mm: longint);
{процедура identifl полностью без изменений скопирована из программы OBLASTIKORNI примера 2}
begin
```

```
eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-100; x11:=100; y00:=-100; y11:=100; eps0:=0.49; h:=eps0/43; eps00:=eps0;
writeln; writeln(' ','Приближения корней',' '); writeln;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln(' ','Уточнения корней',' '); writeln; eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:=1 to kk do begin x00:=rex[ii]-eps00; x11:=rex[ii]+eps00; y00:=imy[ii]-eps00; y11:=imy[ii]+eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm); end;
{дальнейшая часть программы OBLASTIKORNI примера 2 не используется}
readln; end.
```

Результат работы программы:

-7.7000000000000000E+0001	-4.1000000000000000E+0000
5.5100000000000000E+0001 0.0000...0000	-4.4330000000000000E+0001 0.0000...0000
1.0200000000000000E-0001	-2.1000000000000000E+0000
-5.1000000000000000E+0000 0.0000...0000	2.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
-2.0000000000000000E+0000	-2.2210000000000000E+0000
2.2020000000000000E+0000 0.0000...0000	-5.0000000000000000E+0000 0.0000...0000
4.2100000000000000E+0000	2.0300000000000000E-0001
-4.0000000000000000E+0000 0.0000...0000	5.5001000000000000E+0001 0.0000...0000
5.5010000000000000E+0001	5.5100000000000000E+0001
2.1010000000000000E+0000 0.0000...0000	4.4135000000000000E+0001 0.0000...0000

Здесь поиск корней выполняется в квадрате длиной стороны 200 на комплексной плоскости с центром в начале координат. Предыдущая программа OBLASTIKORNI взята практически без изменений. Исключение составляют: задание на входе полинома 10-й степени вместо бывшего полинома 45-й степени, область поиска – квадрат 200×200 вместо квадрата 2000×2000 . Кроме того, в разделе инструкций из всех предыдущих обращений к процедуре `identifl` оставлены только одно начальное и соответственное ему циклическое обращение для уточнения корней. В результате все корни в квадрате 200×200 идентифицированы без погрешности в формате представления данных, при этом действительные части некоторых корней попарно отделялись на 0.1, в частности при совпадении мнимых частей. Аналогично характеризуется попарная отделенность мнимых частей. В таком виде программа инвариантна в границах рассматриваемых ограничений и работает с приемлемой временной сложностью. Ниже будет представлен вариант ее максимального распараллеливания.

О временной сложности программы

Наибольшее замедление программы может вызвать неудачный выбор числовых параметров. В изложенных вариантах можно было бы использовать более высокую точность, например с границей погрешности $\text{eps}=1.1\text{e-}144$, а также большее количество элементов сетки при спуске, например $\text{mm}=444$; Однако фактически это не повысило бы точность идентификации корней, но существенно увеличило бы время работы программы. Примерно то же можно отнести к параметрам сужения окрестности корня при спуске, а также к количеству сортиру-

емых элементов (nn0). Ключевым параметром программы, в частности в отношении длительности ее выполнения, является радиус локализации eps0 (ϵ_0). Если его взять избыточно малым, то корни будут с необходимостью найдены, но время выполнения программы возрастет до неприемлемых значений, по крайней мере на персональном компьютере. Поэтому целесообразно придерживаться схемы, изложенной выше и реализованной для трех программ. Если степень полинома не совпадает с числом найденных корней, следует выполнить поиск корней в окрестности ранее найденных, взяв границы области вокруг действительной и мнимой части каждого с отступом на значение радиуса, при котором они были идентифицированы. Непосредственно поиск в этом случае нужно выполнять с радиусом локализации примерно в 10 раз меньше исходного. Если по-прежнему число корней меньше степени, процесс желательно повторить с учетом границ области корней и структуры их расположения. Если повторился тот же результат, требуется проверить кратность корней. Для проверки кратности изложенным способом идентифицируются все корни производной полинома, среди которых затем выполняется поиск совпадения с корнями исходного полинома. Проще подставить его корни в выражение производной.

Временная сложность параллельной идентификации корней полинома с комплексными коэффициентами

Приняты обозначения, использованные для схемы максимально параллельной идентификации действительных корней [1]. Ниже параллельное преобразование рассматривается для алгоритма, представленного программой `korkompmin` примера 1.

В алгоритм внесено изменение: сортировка слиянием всюду заменена сортировкой подсчетом, описанной в [1]. Последовательная сортировка слиянием имеет временную сложность $O(n \log_2 n)$, допускает преобразование к параллельной форме с временной сложностью $O(\log_2 n)$. Сортировка подсчетом в максимально параллельной форме имеет единичную временную оценку $T(n^2/2) = O(1)$, непосредственно ниже она именуется просто сортировкой.

Сначала формируется входной массив из дискретизированных наименьших значений. Наименьшее значение на каждом шаге определяется с помощью сортировки. Синхронно по всем шагам за время $O(1)$ определяются n входных элементов ($n = nn0$). С учетом числа процессоров временная сложность данной операции оценится как $T(n \times n^2/2) = O(1)$ или $T(n^3/2) = O(1)$. Вслед за тем локализуется абсцисса точки минимума. Очевидно, условие локализации можно применить взаимно независимо и синхронно к n входным индексам всех элементов полученного массива. Тогда множество всех абсцисс приближений точек минимумов идентифицируется с оценкой $T(n^3/6) = O(1)$. Для каждой локализованной абсциссы x_k приближения точки минимума процесс повторяется одновременно для всех n дискретизированных ординат в каждом квадрате $H \times H$. Для поиска соответственных x_k ординат y_k этот процесс требуется воспроизводить в каждом квадрате $H \times H$ фиксированного по значению x_k вертикального слоя. В одном квадрате ординаты могут идентифицироваться одновременно по всем n шагам, ничто не мешает формальному выполнению такого же процесса одновременно во всех квадратах вертикального слоя. В отдельно взятом квадрате (теперь уже без априорной минимизации) это выполнимо с оценкой $T(n^3/6) = O(1)$. Синхронная обработка вертикальных срезов всех квадратов фиксированного слоя требует того же числа процессоров, умноженного на количество отрезков длины hh . Длина hh равна стороне квадрата, как и в случае действительных корней [1], искомое количество выразится через радиус локализации и составит $40 \times \frac{x_{11} - x_{00}}{n \epsilon_0}$. С таким коэффициентом оценка временной сложности максимально параллельной идентификации всех ординат y_k для одной абсциссы x_k примет вид:

$$T\left(20 \times \frac{x_{11} - x_{00}}{3\epsilon_0} \times n^2\right) = O(1). \quad (2)$$

Для всех априори найденных абсцисс x_k в одном квадрате $H \times H$ идентификацию ординат можно выполнить синхронно и взаимно независимо, процесс можно так же синхронно и взаимно независимо воспроизвести по всем квадратам соответственных вертикальных срезов. Множеству всех рассматриваемых абсцисс x_k из одного квадрата соответствует произведение числа процессоров из (2) на количество квадратов вертикального слоя с коэффициентом n . Искомый множитель равен $40 \times \frac{x_{11} - x_{00}}{\epsilon_0}$. Сумма по всем квадратам горизонтального слоя увеличит множитель до $\frac{1}{n} \left(40 \times \frac{x_{11} - x_{00}}{\epsilon_0}\right)^2$.

С таким множителем надо взять число процессоров в левой части (2). Отсюда максимально параллельная идентификация всех приближений корней (x_k, y_k) по идентифицированным абсциссам изменит оценку (2) в сторону следующего увеличения числа процессоров:

$$T\left(32 \times 10^3 \times \frac{(x_{11} - x_{00})^3 n}{3\epsilon_0^3}\right) = O(1). \quad (3)$$

Уточняющий спуск к каждой точке приближения корня можно провести синхронно по всем приближениям (x_k, y_k) , выбирая наименьшее значение на каждом шаге спуска с помощью сортировки применительно к m элементам сетки. Число r последовательных шагов спуска от локализованного минимума (по одной переменной) с радиусом ϵ_0 к его приближению с заданной границей погрешности ϵ определяется сужением радиуса локализации в $d > 1$ раз на шаге. Отсюда $r = \left\lceil \log_d \frac{\epsilon_0}{\epsilon} \right\rceil$, временная сложность отдельного спуска — $T(m^2/2) = O(\log_d \frac{\epsilon_0}{\epsilon})$. Спуск потребует одновременно для всех приближений корней полинома, с учетом (3) оценку временной сложности всех операций параллельного спуска можно представить в виде

$$T\left(32 \times 10^3 \times \frac{(x_{11} - x_{00})^3 n}{3\epsilon_0^3}\right) = O(\log_d \frac{\epsilon_0}{\epsilon}).$$

Здесь число приближений корней и, соответственно, число процессоров в левой части завышено. Не умаляя общности, можно считать, что это число заведомо обеспечивает параллельный спуск, синхронно выполняемый в окрестности каждого приближения корня. Выражение правой части по величине порядка не изменится, несмотря на учет четырехкратного повторения операции спуска

к каждому корню. Поэтому окончательная оценка временной сложности максимально параллельной идентификации всех комплексных корней полинома примет вид:

$$T\left(32 \times 10^3 \times \frac{(x_{11} - x_{00})^3 n}{3\epsilon_0^3}\right) = O(1) + O(\log_d \frac{\epsilon_0}{\epsilon}),$$

или

$$T\left(32 \times 10^3 \times \frac{(x_{11} - x_{00})^3 n}{3\epsilon_0^3}\right) = O(\log_d \frac{\epsilon_0}{\epsilon}). \quad (4)$$

Оценка (4) дана для максимально параллельной формы. Для распараллеливания алгоритма с меньшим, в частности фиксированным, количеством процессоров

```
function func (x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func:=abs(Ln(1+abs(p)));
end;
```

Нули функции (5) по построению совпадают с корнями полинома примера 3. Действительно, результат работы программы полностью повторит результат программы примера 3: выдаст корни того же полинома с той же точностью. Аналогично идентифицируются нули функции $F(x, y) = \ln(1 + \sqrt{|P_n(z)|})$. Такой результат, однако, никаким способом не удастся получить для функций, которые в формате с плавающей точкой вычисляются с существенными потерями значащих цифр мантиисы. Так, для функции

$$F(x, y) = \ln(1 + |P_n(z)|^2) \quad (6)$$

по последней программе получатся все приближения корней, на которых достигаются нулевые (в формате представления данных) значения $F(x, y)$. Но при этом приближения корней имеют в представлении мантиисы неправильные значащие цифры младших разрядов. Это затруднение можно преодолеть по аналогии со случаем одной действительной переменной [1], если известна другая функция, у которой корни совпадают с корнями исследуемой функции, но сама она при вычислении допускает идентификацию корней с более высокой точностью. В данном случае по отношению к функции (6) требуемую роль может играть функция (5). Помимо подпрограммы, реализующей вычисление основной функции (6) (в программе ниже она называется func1), организуется подпрограмма (func), которая полностью совпадет с прототипом для функции (5). Программа `prostojprimerPOLINOM` без изменений описанного выше примера вычисляет нули функции (5), а на выходе подставляет их значения в функцию (6), т.е. выводит func1 в найденных значениях. Результат снова повторит результат примера 3 и с той же точностью. Во избежание недоразумений модифицированная программа приводится полностью. Все изменения относительно прототипа выделены курсивом:

```
PROGRAM FUNCPOLINOMutochnenie;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const n00=1024; np1=10;
type vect1=array[1..4*n00] of extended; vect2=array[1..4*n00] of longint; vect3=array[1..np1] of extended;
const b: vect3 =
  (-4.1,4.21,-2.1,-2.221,0.102,0.203,-77,55.01,55.1);
```

имеются различные возможности. Одна из них – естественный параллелизм алгоритма по всем квадратам $H \times H$.

Идентификация нулей функций двух действительных переменных и функций комплексной переменной

Чтобы идентифицировать нули рассматриваемых функций, можно воспользоваться программой примера 3. Изменения состоят в задании конкретной подпрограммы-функции и области поиска. Так, чтобы вычислить нули функции

$$F(x, y) = \ln(1 + |P_n(z)|), \quad (5)$$

где $P_n(z)$ – полином, заданный массивами действительных и мнимых частей в разделе констант программы `prostojprimerPOLINOM` данного примера, достаточно в этой программе задать функцию следующим образом:

```

b1: vect3 =
(-44.33,-4,2,2,202,-5,-5.1,55.001,55.1,2.101,44.135);
var i,ii,j,k,kk,k1,r,ee,ee1,ttt,nn0,mm: longint; c,a1,rex,imy: vect1;e,e3,e33: vect2;
aaa,x,x0,xk,xk0,xk1,hx,hy,min,eps1,eps11,eps12,eps13,z,z1,bbb,
y,y0,yk,yk0,yk1,ykk0,hh,yz,yz1,x00,x11,y00,y11,eps0,h,eps00,eps:extended;
procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
type
vecc=array[0..4*n00] of longint; var ab: integer; i,j,k,l,m,r,nm,p,n: longint; e1, e2: vecc;
begin
p:= trunc(ln(nn0)/ln(2)); if p <> ln(nn0)/ln(2) then p := p+1;
n:= round(exp(p*ln(2))); for l := 1 to n do if l<=nn0 then e[l] := l else ab:=1;
for r := 1 to p do begin m :=round(exp(r*ln(2))); nm:=n div m;
for k := 0 to nm-1 do begin for l := 1 to m div 2 do begin
if (k * m + l > nn0) or (e[k * m + l]>nn0) then ab := l else e1[l] := e[k * m + l];
if (k * m + m div 2 + l > nn0) or (e[k * m + m div 2 + l]>nn0) then ab := l else e2[l] := e[k * m + m div 2 + l]
end; i := 1; j := 0; while i + j <= m do begin if i = m div 2 + 1 then ab := -1; if j = m div 2 then ab := 1;
if (k * m + i > nn0) or (e[k * m + i]>nn0) or (k * m + m div 2 + j > nn0-1) or (e[k * m + m div 2 + j]>nn0)
then ab:=1; if (i <= m div 2) and (j <= m div 2 -1) and (k * m + i<= nn0) and (k * m + m div 2 + j <= nn0-1)
then if (e2[j + 1] > nn0) or (e1[i]> nn0) then ab := 1 else begin if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] = 0 then ab := 0;
if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] > 0 then ab := 1; if c[e2[j + 1]] - c[e1[i]] < 0 then ab := -1 end; if ab >= 0 then
begin e[k * m + i + j] := e1[i]; i := i + 1 end else begin e[k * m + i + j] := e2[j + 1]; j := j + 1 end
end end end;
function func1 (x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func1:=abs(Ln(1+sqr(abs(p))));
end;
procedure identif1(var eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0:extended;
var rex,imy: vect1;var kk:longint;var mm:longint);
label 21,22,23;
function func (x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func:=abs(Ln(1+abs(p)));
end;
procedure minx (var x,y,min:extended;var ee:integer);
begin min:=func(x,y); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*hx;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee:=i end end end;
procedure miny (var x,y,min:extended;var ee1:integer);
begin min:=func(x,y); ee1:=0; for i:=1 to tty do begin y:=ykk0+i*hy;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee1:=i end end end;
procedure spuskx( var eps1, xk0,xk1,hx,y: extended);
begin while abs(eps1) > eps do begin x:=xk0; minx (x,y,min,ee); eps1:=eps1/1.2;
xk0:=xk0+ee*hx-eps1;xk1:=xk0+eps1;hx:=abs(2*eps1)/mm end end;
procedure spusky(var eps11,yk0,yk1,hy,x: extended);
begin while abs(eps11) > eps do begin ykk0:=yk0; y:=yk0; tty:=mm;
miny (x,y,min,ee1); eps11:=eps11/1.2; yk0:=yk0+ee1*hy-eps11; yk1:=yk0+eps11;
hy:=abs(2*eps11)/mm end end;
begin
aaa:=1e62; bbb:=1e62; kk:=0; x0:=x00; y0:=y00; nn0:=n00; hh:=nn0*h;
while x0 <= x11+hh do begin while y0 <= y11+hh do begin
for r:=1 to nn0 do begin x:=x0+r*h; ykk0:=y0; y:=y0; tty:=n00; hy:=h; miny (x,y,min,ee1); a1[r]:=min end;
sort( nn0, a1, e3); k:=1; while k<= nn0 do begin
for r := 1 to k-1 do if abs(e3[k]-e3[k-r]) <=eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h;
for r:=1 to nn0 do begin y:=y0+r*h; a1[r]:=func(xk,y) end;
sort( nn0, a1, e33); k1:=1; while k1<= nn0 do begin
for r := 1 to k1-1 do if abs(e33[k1]-e33[k1-r])<=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h;
eps1:=eps0; eps11:=eps0; xk0:=xk-eps1; xk1:=xk+eps1; hx:=abs(2*eps1)/mm; y:=yk;
spuskx(eps1,xk0,xk1,hx,y); yk0:=yk-eps11; yk1:=yk+eps11; hy:=abs(2*eps11)/mm; x:=xk0+ee*hx+eps1;
spusky( eps11,yk0,yk1,hy,x); eps12:=eps0/1.2; xk0:=x-eps12; xk1:=x+eps12; hx:=abs(2*eps12)/mm;
y:=yk0+ee1*hy+eps11; spuskx( eps12, xk0,xk1,hx,y); eps13:=eps0/1.2;
yk0:=yk0+ee1*hy-eps13; yk1:=yk0+2*eps13; hy:=abs(2*eps13)/mm;
x:=xk0+ee*hx+eps12; spusky( eps13,yk0,yk1,hy,x);
if func(xk,yk)= 0 then begin x:=xk; yk0:=yk; goto 21 end;
for i:= 1 to 2 do begin z:=x+i*h; if func(x,yk0) >= func(z,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin z1:=x-i*h; if func(x,yk0) >= func(z1,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz:=yk0+i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz) then goto 22; end;

```

```

for i:= 1 to 2 do begin yz1:=yk0-i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz1) then goto 22; end;
if abs(aaa-x)<=1e-50 then goto 23; if abs(bbb-yk0)<=1e-50 then goto 22;
21: kk:=kk+1; rex[kk]:=x; imy[kk]:=yk0;
if func(x,yk0)<=1e-3 then begin
writeln(' ', x:30, ' '); writeln(' ', yk0:30, ' ', func1(x,yk0):30); writeln; aaa:=x; bbb:=yk0; end;
22: k1:=k1+1 end;
23: k:=k+1 end; y0:=y0+hh end; x0:=x0+hh; y0:=y00 end;
end;
begin
eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-100; x11:=100; y00:=-100; y11:=100; eps0:= 0.49; h:=eps0/43;eps00:= eps0;
writeln;
writeln(' ', 'Приближения корней', ' '); writeln; identifi1(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln(' ', 'Уточнения корней', ' '); writeln; eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:= 1 tokk do begin x00:=rex[ii]-eps00;x11:=rex[ii]+eps00;y00:=imy[ii]-eps00;y11:=imy[ii]+eps00;
identifi1(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm); end;
readln;
end.

```

Результатом будет вычисление нулей функции (6), полностью совпадающее с вычислением нулей функции (5) и полинома примера 3 по программе `prostojprimerPOLINOM`:

-7.7000000000000000E+0001	-4.1000000000000000E+0000
5.5100000000000000E+0001 0.0000...0000	-4.4330000000000000E+0001 0.0000...0000
.....	
5.5010000000000000E+0001	5.5100000000000000E+0001
2.1010000000000000E+0000 0.0000...0000	4.4135000000000000E+0001 0.0000...0000

Замечание 1. В качестве уточняющей функции может использоваться произвольная функция (`func`), имеющая искомые корни, которая дает правильную компьютерную идентификацию в формате представления данных. В частности, для функции (6) (`func1`) вместо функции (5) можно использовать функцию (1) при значениях из раздела констант. Менее тривиально применить прием для сложной суперпозиции с вложенной уточняющей функцией, или в случае, когда суперпозиция и вложение априори не известны, например появляются в неявном виде по ходу решения некоторой задачи.

Замечание 2. Если в программе `FUNCPOLINOMutochnenie` обе подпрограммы `func` и `func1` взять одинаковыми, то программы `FUNCPOLINOMutochnenie` и `prostojprimerPOLINOM` окажутся построенными одинаково и дадут одинаковый результат для одной и той же входной функции `func`. В этом случае задавать дополнительно `func1` излишне. Поскольку код `FUNCPOLINOMutochnenie` выше приведен полностью, то именно на эту программу будут дальнейшие ссылки с оговоркой относительно совпадения (или напротив) функций `func` и `func1`.

С точностью до замечания 2 данный прием не универсален, но во многих случаях его применение дает положительный результат.

Пример 4. Пусть требуется найти корни функции

$$F(x, y) = e^{|P_n(z)|} - 1, \quad (7)$$

где $P_n(z)$ по-прежнему из (1) со значениями корней из программы примера 3, использованными непосредственно выше. Если в программе `FUNCPOLINOMutochnenie` заменить функцию (6) (`func1:=abs(Ln(1+sqrt(abs(p))))`) на функцию (7) (`func1:=abs(exp(p)-1)`), больше ничего не меняя, в частности сохранив `func:=abs(Ln(1+abs(p)))`, то результат работы программы не изменится. Она выдаст 10 комплексных корней из примера 3 со всеми правильными значениями разрядов мантиссы в формате представления данных. Если же данным приемом не воспользоваться, а в процедуре `identifi1` непосредственно задать функцию (7) (`func:=abs(exp(p)-1)`) и выводить также значения `func`, то программа будет выдавать нулевые значения в корнях этой функции, но значащие цифры мантиссы действительной и мнимой части корней изменятся до неузнаваемости. Хотя они все же сохранят не менее 6 верных значащих цифр.

Следующий пример относится к случаю, когда рассматриваемый прием неприменим.

Пример 5. Требуется найти нули функции комплексной переменной

$$f(z) = \operatorname{tg}(z) - \ln(z+3) - z^2, \quad z \in [-\pi/2, \pi/2] \times [-\pi/2, \pi/2]. \quad (8)$$

У функции (8) можно определить сумму квадратов $\operatorname{Re} f(z)$ и $\operatorname{Im} f(z)$ (например, с помощью Maple):

$$\begin{aligned} (\operatorname{Re} f(z))^2 + (\operatorname{Im} f(z))^2 = & \left(-\frac{1}{2} \ln(x^2 + 6x + y^2 + 9) + \right. \\ & \left. + \sin x \cos x / \left(\cos^2 x + \left(\frac{1}{2} e^y - \frac{1}{2} e^{-y} \right)^2 \right) - x^2 + y^2 + \right. \\ & \left. + \left(\operatorname{arctg} \frac{y}{x+3} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} e^y - \frac{1}{2} e^{-y} \right) \left(\frac{1}{2} e^y + \frac{1}{2} e^{-y} \right) / \left(\cos^2 x + \left(\frac{1}{2} e^y - \frac{1}{2} e^{-y} \right)^2 \right) - 2xy \right)^2. \quad (9) \end{aligned}$$

Выражение (9) задается на входе программы FUNCPOLINOMutochnenie:

```
func:=sqrt(-1/2*ln(x*x+6*x+9+y*y)+sin(x)*cos(x)/(cos(x)*cos(x)+sqrt(1/2*exp(y)-1/2*exp(-y))-x*x+y*y)+
sqrt(-arctan(y/(x+3))+(1/2*exp(y)-1/2*exp(-y))*(1/2*exp(y)+1/2*exp(-y))/(cos(x)*cos(x)+
sqrt(1/2*exp(y)-1/2*exp(-y)))-2*x*y);
```

func1 задается точно в таком же виде. Уточнение нулей будет происходить с использованием самой функции (9) согласно замечанию 2. Входные параметры в разделе инструкций:

```
eps:=1e-44;mm:=4;x00:=-pi/2;x11:=pi/2;y00:=-pi/2;y11:=pi/2;eps0:=0.049;h:=eps0/43;eps00:=eps0;
```

Для наглядности расширен формат вывода данных:

```
writeln(' ', x:2:30, ' '); writeln(' ', yk0:2:30, ' ', func1(x,yk0):2:30);
```

Больше ничего в программе не меняется. Результат работы программы:

```
0.22199736877942795000000000000000
-1.09283854791258795000000000000000 0.00000000000000000000000000000000
0.22199736877942795000000000000000
1.09283854791258795000000000000000 0.00000000000000000000000000000000
1.24997941834193327000000000000000
-0.00000000000000000000000000000000 0.00000000000000000000000000000000
```

Приближенно найдены пара комплексно сопряженных корней и один действительный корень.

Идентификация корней характеристического полинома матрицы с приложением к анализу устойчивости

Собственные числа матрицы ниже вычисляются как корни характеристического полинома, коэффициенты которого определяются по методу Лаверье решения полной проблемы собственных значений [6, 11, 12]. Пусть рассматривается однородная система

$$Ax = \lambda x \quad (10)$$

с матрицей A , $n \times n$ и требуется найти все λ , при которых решения системы (10) являются нетривиальными. Как известно, условием для этого является выполнение соотношения

$$\det(A - \lambda E) = 0. \quad (11)$$

Характеристическое уравнение (11) для матрицы A записывается в форме уравнения, левая часть которого – характеристический полином с неопределенными коэффициентами

$$\lambda^n + p_1 \lambda^{n-1} + p_2 \lambda^{n-2} + \dots + p_{n-1} \lambda + p_n = 0. \quad (12)$$

Для нахождения коэффициентов вычисляются следы всех степеней матрицы A

$$A^\ell = (a_{ij}^{(\ell)}), \operatorname{Sp}(A^\ell) = \sum_{i=1}^n a_{ii}^{(\ell)}, S_\ell = \operatorname{Sp}(A^\ell), \ell = 1, 2, \dots, n, \quad (13)$$

В (13) след матрицы A^ℓ , обозначаемый $\text{Sp}(A^\ell)$, – сумма ее диагональных элементов. Следы и искомые коэффициенты связаны уравнениями Ньютона

$$S_k + S_{k-1}p_1 + S_{k-2}p_2 + S_{k-3}p_3 + \dots + S_1p_{k-1} = -k p_k, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Эти уравнения разворачиваются в рекуррентную систему

$$\begin{cases} p_1 = -S_1, \\ p_2 = -\frac{1}{2}(S_2 + p_1S_1), \\ p_3 = -\frac{1}{3}(S_3 + p_1S_2 + p_2S_1), \\ \dots \\ p_n = -\frac{1}{n}(S_n + p_1S_{n-1} + p_2S_{n-2} + \dots + p_{n-1}S_1). \end{cases} \quad (14)$$

Из (14) последовательно определяются искомые коэффициенты. Представленные компоненты этого метода запрограммированы ниже. Вычисление коэффициентов – часть программы. Как только коэффициенты найдены, для решения уравнения (12) можно применять идентификацию корней полинома на основе сортировки слиянием, ниже приводится программа. Ее параметры выбраны для примера, в случае полиномов с числовыми коэффициентами программа работает со всеми допустимыми соотношениями параметров, описанными выше.

```
program LeverieUtochnenie;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const n1=6{4}; n00=1512;
type vect=array[0..n1] of extended; matr=array[1..n1,1..n1] of extended;
vect1=array [0..4*n00] of extended; vect2=array [0..4*n00] of longint;
vect3=array [0..n1] of extended;
{примеры матриц, обрабатывается незакомментированная матрица}
const aa:matr={ ((-1,-0.09,0.077,-0.001),
                 (0.087,-0.9,0.005,0.019),
                 (-0.034,0.034,-0.2,-0.06),
                 (0,-0.022,0.092,-1.4)); }

                { ((1,-0.09,0.077,-0.001),
                 (0.087,0.9,0.005,0.019),
                 (-0.034,0.034,0.2,-0.06),
                 (0,-0.022,0.092,1.4)); }

                { ((0, 1, 0, 0, 0, 0),
                 (0, 0, 1, 0, 0, 0),
                 (0, 0, 0, 1, 0, 0),
                 (0, 0, 0, 0, 1, 0),
                 (0, 0, 0, 0, 0, 1),
                 (4, 0, 7, 0, 2, 0)); }      {(t^2+1)^2(t^2-4)}

                ((0, 1, 0, 0, 0, 0),
                 (0, 0, 1, 0, 0, 0),
                 (0, 0, 0, 1, 0, 0),
                 (0, 0, 0, 0, 1, 0),
                 (0, 0, 0, 0, 0, 1),
                 (-4, -16, -25, -20, -10, -4));      {(t+1)^4(t^2+4)}

var cc,cc1: matr; ep,pp: vect; c,a1,rex,imy: vect1; e,e3,e33: vect2; i,j,k,k1,r,ee,ee1,tty,nn0,mm: longint;
ii,jj,kk,ll,kratn: integer; bdv,bmv,bd,bm,da,db: vect3;
ss,ss1,a,b,a11,b11,ca,cb,y,y0,y1,yk,yk0,yk1,ykk0,hh,aaa,bbb, z,z1,yz,yz1,x,x0,x1,xk,xk0,xk1,
hx,hy,min,eps1,eps11,eps12,eps13,eps0,h,x00,x11,y00,y11,eps,eps00: extended;
procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
{процедура sort без изменений скопирована из программы FUNCPOLINOMutochnenie (korkompmin
примера 1)}
```



```
{аналог процедуры identif1 для характеристического полинома}
procedure identif1(var eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0:extended; var rex,imy: vect1; var kk,mm:longint);
label 21,22,23;
var kk1:longint;
{комплексное умножение}
procedure um(var a,b,a11,b11: extended; var ca,cb: extended);
begin ca:=a*a11-b*b11; cb:=a*b11+b*a11 end;
{комплексное сложение}
procedure sum(var a,b,a11,b11: extended; var ca,cb: extended);
begin ca:=a+a11; cb:=b+b11 end;
{аналог схемы Горнера для вычисления комплексного значения полинома,
выделение его действительной и мнимой части, определение суммы квадратов
действительной и мнимой части, вычисление модуля полинома}
function func (var x,y: extended; var bdv, bmv: vect3): extended;
var i1: 0..n1; p1,p2,pp1,pp2,d1,d2,d3,d4:extended;
begin p1:=bdv[n1]; p2:=bmv[n1]; for i1:=1 to n1 do begin um(p1,p2,x,y,d1,d2);
pp1:=bdv[n1-i1];pp2:=bmv[n1-i1]; sum(pp1,pp2,d1,d2,d3,d4); p1:=d3; p2:=d4; end;
func:=sqrt(sqr(p1)+sqr(p2)); end;
procedure minx (var x,y,min:extended;var ee:longint);
begin min:=func(x,y,bdv,bmv); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*hx;
if min > func(x,y,bdv,bmv) then begin min:=func(x,y,bdv,bmv); ee:=i end end end;
procedure miny (var x,y,min: extended; var ee1: longint);
begin min:=func(x,y,bdv,bmv); ee1:=0; for i:=1 to tty do begin y:=ykk0+i*hy;
if min > func(x,y,bdv,bmv) then begin min:=func(x,y,bdv,bmv); ee1:=i end end end;
procedure spusks (var eps1, xk0,xk1,hx,y: extended);
begin while abs(eps1) > eps do begin x:=xk0; minx (x,y,min,ee); eps1:=eps1/1.2;
xk0:=xk0+ee*hx-eps1;xk1:=xk0+eps1;hx:=abs(2*eps1)/mm end end;
procedure spusky (var eps11,yk0,yk1,hy,x: extended);
begin while abs(eps11) > eps do begin ykk0:=yk0; y:=yk0; tty:=mm; miny (x,y,min,ee1);
eps11:=eps11/1.2; yk0:=yk0+ee1*hy-eps11; yk1:=yk0+eps11; hy:=abs(2*eps11)/mm end end;
{вычисление текущей степени матрицы A}
procedure ummatr (const aa:matr;var cc,cc1:matr);
var ss: extended; ii,jj,l1: integer;
begin for ii:=1 to n1 do for jj:=1 to n1 do begin ss:=0; for l1:=1 to n1 do
ss:=ss+cc[ii,l1]*aa[l1,jj]; cc1[ii,jj]:=ss; end; end;
{реализация метода Леверье}
begin
{степени матриц и их следы}
ss1:=0; for ii:=1 to n1 do ss1:=ss1+aa[ii,ii]; ep[1]:=ss1; for ii:=1 to n1 do for jj:=1 to n1 do cc[ii,jj]:=aa[ii,jj];
for kk1:=2 to n1 do begin ummatr (aa, cc,cc1); for ii:=1 to n1 do for jj:=1 to n1 do cc[ii,jj]:=cc1[ii,jj];
ss1:=0; for ii:=1 to n1 do ss1:=ss1+cc[ii,ii]; ep[kk1]:=ss1; end;
{рекуррентное нахождение коэффициентов характеристического полинома из уравнений Ньютона}
pp[1]:=-ep[1]; for kk1:=2 to n1 do
begin ss:=ep[kk1]; for ll:=1 to kk1-1 do ss:=ss+ep[kk1-ll]*pp[ll]; pp[kk1]:=-1/kk1*ss; end;
pp[0]:=1; for i:=0 to n1 do bd[i]:=pp[n1-i]; for i:=0 to n1 do bm[n1-i]:=0;
writeln; writeln (' ', 'коэффициенты характеристического полинома:', ' ');writeln;
for kk1:=0 to n1 do writeln (' ':2,pp[kk1]:2:30); writeln;
{коэффициенты характеристического полинома (kratn:=1) и его производных
(kratn:=2; kratn:=3; kratn:=4) для учета кратности его корней}
kratn:=1;
case kratn of
1: begin for i:=0 to n1 do bdv[i]:=bd[i]; for i:=0 to n1 do bmv[i]:=bm[i];
writeln; writeln (' ', 'korni: '); writeln; end;
2: begin for i:=1 to n1 do bdv[i-1]:=i*bd[i]; for i:=1 to n1 do bmv[i-1]:=i*bm[i];
writeln; writeln (' ', 'коэффициенты 1 произв:', ' '); writeln;
pp[0]:=1; for kk1:=0 to n1 do writeln (' ':2,(n1-kk1)*pp[kk1]:2:30); writeln;
writeln; writeln (' ', 'korni: '); writeln; end;
3: begin writeln; writeln (' ', 'коэффициенты 2 произв:', ' '); writeln;
pp[0]:=1; for kk1:=0 to n1 do writeln (' ':2,(n1-kk1)*(n1-kk1-1)*pp[kk1]:2:30); writeln;
writeln; writeln (' ', 'korni: '); writeln;
for i:=2 to n1 do bdv[i-2]:=i*(i-1)*bd[i]; for i:=3 to n1 do bmv[i-2]:=i*(i-1)*bm[i];end;
4: begin writeln; writeln (' ', 'коэффициенты 3 произв:', ' '); writeln;
pp[0]:=1; for kk1:=0 to n1 do writeln (' ':2,(n1-kk1)*(n1-kk1-1)*(n1-kk1-2)*pp[kk1]:2:30); writeln;
writeln; writeln (' ', 'korni: ');writeln;
for i:=3 to n1 do bdv[i-3]:=i*(i-1)*(i-2)*bd[i]; for i:=3 to n1 do bmv[i-3]:=i*(i-1)*(i-2)*bm[i]; end;
end;
{идентификация корней характеристического полинома (корней его производных)}
```

```

nn0:=n00; hh:=nn0*h; x0:=x00; x1:=x11; y0:=y00; y1:=y11;
while x0 <= x1+hh do begin while y0 <= y1+hh do begin
for r:=1 to nn0 do begin x:=x0+r*h; yk0:=y0; y:=y0; tty:=n00; hy:=h; miny (x,y,min,ee1);
a1[r]:=min end; sort (nn0, a1, e3); k:=1; while k<= nn0 do begin
for r := 1 to k-1 do if abs (e3[k]-e3[k-r]) <= eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h;
for r:=1 to nn0 do begin y:=y0+r*h; a1[r]:=func (xk,y,bdv,bmv) end;
sort (nn0, a1, e33); k1:=1; while k1<= nn0 do begin
for r := 1 to k1-1 do if abs(e33[k1]-e33[k1-r]) <=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h;
eps1:=eps0; eps11:=eps0; xk0:=xk-eps1; xk1:=xk+eps1; hx:=abs(2*eps1)/mm; y:=yk;
spuskx (eps1,xk0,xk1,hx,y); yk0:=yk-eps11; yk1:=yk+eps11; hy:=abs(2*eps11)/mm; x:=xk0+ee*hx+eps1;
spusky ( eps11,yk0,yk1,hy,x); eps12:=eps0/1.2; xk0:=x-eps12; xk1:=x+eps12; hx:=abs(2*eps12)/mm;
y:=yk0+ee1*hy+eps11; spuskx( eps12, xk0,xk1,hx,y); eps13:=eps0/1.2;
yk0:=yk0+ee1*hy-eps13; yk1:=yk0+2*eps13; hy:=abs(2*eps13)/mm;
x:=xk0+ee*hx+eps12; spusky( eps13,yk0,yk1,hy,x);
if func (xk,yk,bdv,bmv)= 0 then begin x:=xk; yk0:=yk; goto 21 end;
for i:= 1 to 2 do begin z:=x+i*h; if func (x,yk0,bdv,bmv) >= func (z,yk0,bdv,bmv) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin z1:=x-i*h; if func (x,yk0,bdv,bmv) >= func (z1,yk0,bdv,bmv) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz:=yk0+i*h; if func (x,yk0,bdv,bmv) >= func (x,yz,bdv,bmv) then goto 22; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz1:=yk0-i*h; if func (x,yk0,bdv,bmv) >= func (x,yz1,bdv,bmv) then goto 22; end;
kk:=kk+1; rex[kk]:=x; imy[kk]:=yk0;
if abs(aaa-x)<=1e-50 then goto 23; if abs(bbb-yk0)<=1e-50 then goto 22;
21: if abs( func(x,yk0,bdv,bmv))<=1e-3{15} then
begin writeln ( ' ', x:2:30, ' '); writeln ( ' ', yk0:2:30, ' ', func(x,yk0,bdv,bmv):2:30); writeln;
aaa:=x; bbb:=yk0; end;
22: k1:=k1+1 end;
23: k:=k+1 end;
y0:=y0+hh end; x0:=x0+hh; y0:=y00 end; end;
{блок инструкций}
begin
eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-10; x11:=10; y00:=-10; y11:=10; eps0:=0.09; h:=eps0/43; eps00:= eps0;
writeln; writeln ( ' ', 'Приближения корней', ' '); writeln;
identif11(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);
writeln; writeln ( ' ', 'Уточнения корней', ' '); writeln; eps0:= eps00/10; h:=eps0/43; for ii:= 1 to kk do
begin x00:=rex[ii]- eps00; x11:=rex[ii]+ eps00; y00:=imy[ii]- eps00; y11:=imy[ii]+ eps00;
identif11(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm); end;
readln
end.

```

Программа *LeverieUtochnenie* вычисляет все собственные числа незакомментированной матрицы с учетом их кратности. Для этого формируются коэффициенты характеристического полинома, поиск его корней соответствует параметру *kratn:=1*; оператора *case kratn of*. Коэффициенты вычисляются согласно (12)–(14) в блоке реализации метода Лаврера. Степени входной матрицы образуются в цикле с использованием процедуры *ummatr* (aa, cc, cc1). Следы степеней определяются как значение *ep[kk]* в цикле по *kk* ($\text{Sp}(A^\ell)$ получается при $\ell = kk$). Коэффициенты характеристического полинома определяются в цикле: *pp[1]:=ep[1]; for kk:=2 to n1 do begin ss:=ep[kk]; for ll:=1 to kk-1 do ss:=ss+ep[kk-ll]*pp[ll]; pp[kk]:=-1/kk*ss; end;* В блоке *pp[0]:=1; for kk:=0 to n1 do writeln (' ', pp[kk]:2:30); writeln;* для *i:=0 to n1 do bd[i]:=pp[n1-i]; for i:=0 to n1 do bm[n1-i]:=0;* коэффициенты перенумеровываются по убыванию показателей степеней характеристического полинома. Аналог схемы Горнера строится следующим образом. Полином $\lambda^n + p_1\lambda^{n-1} + p_2\lambda^{n-2} + \dots + p_{n-1}\lambda + p_n$ переписывается в виде $P_n(z)$, $z = x + iy$, $i = \sqrt{-1}$ с новым обозначением коэффициентов:

$$P_n(z) = d_n z^n + d_{n-1} z^{n-1} + \dots + d_1 z + d_0. \quad (15)$$

В программе $d_i = bd[i]$, $i \in \overline{0, n}$. Для (15) схема Горнера эквивалентна расстановке скобок:

$$P_n(z) = (\dots((d_n z + d_{n-1})z + d_{n-2})z + \dots + d_1)z + d_0. \quad (16)$$

Если бы z было действительным, то (15) выполнялось бы в цикле: *P:=d[n]; for i:=1 to n do P:=P*z + d[n-i];* В рассматриваемом случае арифметические операции являются комплексными. Поэтому формируются процедуры комплексного умножения *um(a,b,a11,b11,ca,cb)* и комплексного сложения *sum(a,b,a11,b11,ca,cb)*. Эти процедуры выполняются в порядке

p1:=d3; p2:=d4; сумму их квадратов $P_n(z) \times \overline{P_n(z)}$ и модуль полинома $f(x, y) = \sqrt{P_n(z) \times \overline{P_n(z)}}$:
 func:=sqrt(sqr(p1)+sqr(p2)); Дальнейший поиск корней функции $f(x, y)$ не отличается от поиска, описанного применительно к (1) в разделе «Идентификация нулей функций двух действительных переменных и функций комплексной переменной ...».

Результат работы программы LeverieUtochnenie (промежуточные данные опускаются):

Коэффициенты характеристического полинома:

1.000000000000000000000000000000	4.000000000000000000000000000000
10.000000000000000000000000000000	20.000000000000000000000000000000
25.000000000000000000000000000000	16.000000000000000000000000000000
4.000000000000000000000000000000	

Корни характеристического полинома:

-1.00000000401269967300000000000000	0.00000000017137458000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-2.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
2.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000

Число корней меньше степени полинома, поэтому выполняется проверка кратности корней.

Коэффициенты первой производной (kratn:=2;) характеристического полинома:

6.0000000000000000000000000000	20.0000000000000000000000000000
40.0000000000000000000000000000	60.0000000000000000000000000000
50.0000000000000000000000000000	16.0000000000000000000000000000
0.0000000000000000000000000000	

Корни первой производной характеристического полинома:

-1.00000000001376317000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-0.00000000002328306400000000000000	
-0.16666666666666666700000000000000	0.00000000000000001000000000000000
-1.62446572413482732000000000000000	
-0.16666666666666666700000000000000	0.00000000000000001000000000000000
1.62446572413482732000000000000000	

Действительное число -1 является приближением корня полинома и его первой производной. Число корней меньше степени первой производной, выполняется проверка кратности корня этой производной.

Коэффициенты второй производной (kratn:=3;) характеристического полинома:

30.0000000000000000000000000000	80.0000000000000000000000000000
120.0000000000000000000000000000	120.0000000000000000000000000000
50.0000000000000000000000000000	0.0000000000000000000000000000
0.0000000000000000000000000000	

Корни второй производной характеристического полинома:

-1.000000000000000000000000	
-0.0000000001862645100000000000	0.000000000000000000000000
-0.3333333333333333000000000000	
-1.2472191289246471300000000000	0.000000000000000000000000
-0.3333333333333333000000000000	
1.2472191289246471300000000000	0.000000000000000000000000

Коэффициенты третьей производной (kratn:=4;) характеристического полинома:

Корни третьей производной характеристического полинома:

СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ № 6, 2020

$P_6(z) = z^6 - 2z^4 - 7z^2 - 4$, или, $P_6(z) = (z^2 + 1)^2(z^2 - 4)$ (комментарий $\{(t^2+1)^2(t^2-4)\}$),
результат будет следующим:

Коэффициенты характеристического полинома:

1.000000000000000000000000000000	-0.000000000000000000000000000000
-2.000000000000000000000000000000	-0.000000000000000000000000000000
-7.000000000000000000000000000000	-0.000000000000000000000000000000
-4.000000000000000000000000000000	

Корни характеристического полинома:

-0.000000000164636130000000000000	0.000000000000000000000000000000
-1.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000
-2.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000
-0.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000
-0.000000000164636130000000000000	0.000000000000000000000000000000
1.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000
2.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000
-0.000000000000000000000000000000	0.000000000000000000000000000000

Среди корней один имеет положительную действительную часть, это означает неустойчивость системы (17) в случае данной матрицы коэффициентов [6]. Получено 4 приближения различных корней. Если все же требуется найти оставшиеся, то следует перейти к производной (kratn:=2;). Новый результат работы программы:

Коэффициенты первой производной (kratn:=2;) характеристического полинома:

6.0000000000000000000000000000	-0.0000000000000000000000000000
-8.0000000000000000000000000000	-0.0000000000000000000000000000
-14.0000000000000000000000000000	-0.0000000000000000000000000000
-0.0000000000000000000000000000	

Корни первой производной характеристического полинома:

0.00000000000000000000000000	
-1.00000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000	
1.00000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000
1.527525231651946670000000000000	
-0.00000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000
-1.527525231651946670000000000000	
-0.00000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000	
0.00000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000

Сопряженная пара мнимых корней $z_3 = z_5 = -\sqrt{-1}$, $z_4 = z_6 = +\sqrt{-1}$ повторилась (в данном приближении), это означает их кратность для исходного полинома (действительная часть нулевая, в этом случае кратность – еще один признак неустойчивости [6]). Производная – полином 5-й степени, вычислены 5 ее различных корней. В результате найдены все 6 корней характеристического полинома рассматриваемой матрицы с учетом кратности, их приближенные значения приводят к правильной оценке устойчивости системы (17) с данной матрицей.

Если перейти к предшествовавшей сверху матрице 4-го порядка, то программа даст следующий результат:

Коэффициенты характеристического полинома:

1.0000000000000000000000000000	-3.5000000000000000000000000000
4.2362160000000000000000000000	-2.0014451400000000000000000000
0.2627446026400000000000000000	

Корни характеристического полинома:

0.94854511234640778000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-0.07280425095851668000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.94854511234640778000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.07280425095851669000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
1.39476483351455552000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.20814494179262893000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000

Все корни различны, все – с положительной действительной частью. Система (17) с такой матрицей коэффициентов неустойчива, что соответствует диагональному преобладанию положительных элементов матрицы.

Наконец, если перейти к первой сверху матрице 4-го порядка, то для характеристического полинома (kratn:=1;) результат будет следующим:

Коэффициенты характеристического полинома:

1.00000000000000000000000000000000	3.50000000000000000000000000000000
4.23621600000000000000000000000000	2.00081686000000000000000000000000
0.26192555784000000000000000000000	

Корни характеристического полинома:

-0.94918552630646182000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-0.07726602809844462000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-0.94918552630646182000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.07726602809844461000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-1.39452909745766288000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
-0.20709984992941347000000000000000	0.00000000000000000000000000000000
0.00000000000000000000000000000000	0.00000000000000000000000000000000

Приближенные значения всех четырех корней различны, у всех действительная часть отрицательна, это означает асимптотическую устойчивость системы (17) с данной матрицей коэффициентов [6]. Результат соответствует диагональному преобладанию отрицательных элементов матрицы.

О параллельной форме вычисления собственных значений матрицы на основе сортировки

Схема идентификации всех комплексных корней полинома имеет максимально параллельную форму, временная сложность которой оценивается из (4). Предварительное нахождение коэффициентов характеристического полинома по методу Леверье согласно параллельной модификации Ксанки (Csanky) [13] имеет временную сложность $T(n^4) = O(\log_2^2 n)$. Объединение этой оценки с (4) влечет временную сложность параллельного вычисления корней характеристического полинома матрицы:

$$T\left(\max\left(n^4, 32 \times 10^3 \times \frac{(x_{11} - x_{00})^3}{3\varepsilon_0^3}\right)\right) = O(\log_2^2 n) + O(\log_d \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}). \quad (18)$$

В (18) n – порядок матрицы, ε – априори заданная граница абсолютной погрешности вычислений, ε_0 – радиус локализации, $x_{11} - x_{00}$ – длина стороны квадрата, ограничивающего область корней характеристического полинома.

Об аналитических оценках области корней полинома

Представленные программы вычисления корней полинома целесообразно применять в три этапа. Вначале следует взять большой радиус локализации в заведомо расширенных границах области, чтобы с помощью программы приближенно указать реальные границы области корней. Затем с отступом от границ на выбранный радиус повторить выполнение программы с уточнением, чтобы получить представление о расположении корней. Остается задать реальные границы области с отступом от уточненных границ на радиус, с которым они получились. С новым радиусом, заведомо меньшим половины расстояния между ближайшими корнями в проекции на оси декартовых координат, можно выполнить программу с уточнением каждого корня. Априори целесообразно иметь аналитическую оценку области корней. В частности, можно использовать круги Гершгорина [11, 12]. Пусть матрица A , $n \times n$, из (10) состоит из элементов a_{ij} , $i, j \in \overline{1, n}$. Согласно [11, 12] все ее собственные числа этой матрицы лежат в объединении кругов

$$\left\{ z \in C : \left| z - a_{ii} \right| \leq r_i \right\}, \quad r_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |a_{ij}|, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (19)$$

где r_i – сумма модулей внедиагональных элементов i -й строки.

Пусть теперь (15) – полином общего вида. Если $P_n(z_k) = 0$, то

$$\left| z_k \right| < 1 + \frac{D}{|d_0|}, \quad D = \max_{i \in \overline{1, n}} |d_i|, \quad (20)$$

кроме того [5],

$$\left| z_k \right| > \frac{1}{1 + \tilde{D}/|d_n|}, \quad \tilde{D} = \max_{i \in \overline{0, n-1}} |d_i|. \quad (21)$$

Для случая $d_n = 1$ в [5] приводится также оценка Вестерфильда:

$$\left| z_k \right| \leq \tilde{A} + \tilde{B}, \quad (22)$$

где $\tilde{A}$ и $\tilde{B}$ – два наибольших числа в последовательности $\max_{k \in \overline{1, n}} \sqrt[k]{|d_k|}$. Оценки (19)–(22)

можно дополнить еще одной простой оценкой. Не умаляя общности, можно считать старший коэффициент полинома равным единице,

$$P_n(z) = z^n + d_{n-1}z^{n-1} + \dots + d_1z + d_0. \quad (23)$$

Корни z_k полинома (23) являются собственными значениями матрицы Фробениуса

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ -d_0 & -d_1 & -d_2 & \dots & -d_{n-2} & -d_{n-1} \end{pmatrix}. \quad (24)$$

Для матрицы (24) справедливы теорема Гершгорина и оценки (19), согласно которым ее собственные значения лежат в объединении кругов

$$\forall k \in \overline{1, n} : \left| z_k - a_{ii} \right| \leq \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |a_{ij}|, \quad i \in \overline{1, n},$$

или, с учетом нулевых элементов диагонали (24), и $\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |a_{ij}| = 1, \quad i \in \overline{1, n-1}$,

$$\left| z_k \right| \leq 1, \quad \left| z_k + d_{n-1} \right| \leq \sum_{i=0}^{n-2} |d_i|. \quad (25)$$

Поскольку $\left| |z_k| - |d_{n-1}| \right| \leq |z_k + d_{n-1}|$, то из (25) $\left| |z_k| - |d_{n-1}| \right| \leq \sum_{i=0}^{n-2} |d_i|$. Отсюда

$$\forall k \in \overline{1, n}: |z_k| \leq \max \left(1, \sum_{i=0}^{n-1} |d_i| \right). \quad (26)$$

Теорема 1. Все корни полинома (23) лежат в объединении кругов (25) и оцениваются через его коэффициенты из неравенства (26).

Следствие 1. Если $|d_i| \leq \frac{1}{n} \forall i \in \overline{0, n-1}$, то все корни полинома (23) не выходят из единичного круга: $|z_k| \leq 1 \forall k \in \overline{1, n}$.

На основе теоремы 1 можно получить оценки области собственных значений через следы степеней матрицы. Систему (14) можно записать в матрично-векторной форме

$$P = SP + s, \quad P = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T, \quad (27)$$

где

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2}S_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\frac{1}{3}S_2 & -\frac{1}{3}S_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -\frac{1}{n}S_{n-1} & -\frac{1}{n}S_{n-2} & \dots & \dots & -\frac{1}{n}S_1 & 0 \end{pmatrix}, \quad s = \begin{pmatrix} -S_1 \\ -\frac{1}{2}S_2 \\ -\frac{1}{3}S_3 \\ \dots \\ -\frac{1}{n}S_n \end{pmatrix}, \quad S_\ell = \text{Sp}(A^\ell), \quad \ell = 1, 2, \dots, n. \quad (28)$$

Из (27), (28)

$$P = (E - S)^{-1} s. \quad (29)$$

В (29) E – единичная матрица, S – нижняя треугольная с нулевой диагональю. Поэтому [14]

$$(E - S)^{-1} \equiv E + S + S^2 + \dots + S^{n-1}. \quad (30)$$

С использованием (30)

$$P \equiv (E + S + S^2 + \dots + S^{n-1}) \times s. \quad (31)$$

Ниже используется каноническая норма вектора $\|b\| = \sum_{i=1}^n |b_i|$. Для левой части (29) верна оценка (26) в обозначении $p_i = d_i, i \in \overline{0, n-1}$. В данном обозначении для вектора коэффициентов характеристического полинома и его корней λ_k оценку (26) можно записать в виде

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \max(1, \|P\|). \quad (32)$$

Подстановка сюда правой части (31) влечет:

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \max \left(1, \left\| (E + S + S^2 + \dots + S^{n-1}) \times s \right\| \right).$$

Для нормы матрицы, согласованной с выбранной нормой вектора,

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \max \left(1, \left(1 + \|S\| + \|S\|^2 + \dots + \|S\|^{n-1} \right) \times \|s\| \right).$$

Суммирование геометрической прогрессии влечет

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \frac{\|S\|^n - 1}{\|S\| - 1} \times \|s\|, \quad (33)$$

где S и s из (28). Очевидно, сумма модулей элементов любого столбца матрицы S не больше суммы модулей элементов первого столбца. Поэтому с учетом выбора норм $\|S\| = \sum_{i=2}^n \frac{1}{i} |S_{i-1}|$. Поскольку $\sum_{i=2}^n \frac{1}{i} |S_{i-1}| \leq \sum_{i=2}^{n+1} \frac{1}{i-1} |S_{i-1}|$, или $\sum_{i=2}^n \frac{1}{i} |S_{i-1}| \leq \sum_{i=1}^n \frac{1}{i} |S_i|$, то $\|S\| \leq \|s\|$. Подстановка в (33) влечет

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \frac{\|s\|^n - 1}{\|s\| - 1} \times \|s\|, \quad \|s\| = \sum_{i=1}^n \frac{1}{i} |\text{Sp}(A^i)|. \quad (34)$$

Теорема 2. Все собственные значения матрицы A оцениваются через следы ее степеней из (34), или

$$\forall k \in \overline{1, n}: |\lambda_k| \leq \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{i} |\text{Sp}(A^i)| \right)^n - 1}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{i} |\text{Sp}(A^i)| \right) - 1} \times \sum_{i=1}^n \frac{1}{i} |\text{Sp}(A^i)|. \quad (35)$$

На практике проще (32), но (33)–(35) содержат выражение границ собственных чисел матрицы через функции ее элементов. Эти оценки удобны при применении метода Леве-рье, для произвольного полинома целесообразно применять (26).

Идентификация экстремумов функций двух действительных переменных

Чтобы найти все локальные минимумы функции двух действительных переменных в прямоугольнике на декартовой плоскости

$$z = f(x, y), \quad (x, y) \in [x_{00}, x_{11}] \times [y_{00}, y_{11}], \quad (36)$$

можно воспользоваться программой поиска нулей (как минимумов модуля) этой функции со следующими изменениями. Во-первых, функция `function func (var x,y: extended): extended;` определяется не по абсолютной величине, а непосредственно в виде (36) в программной форме. Во-вторых, радиус локализации определяется расстоянием не между ближайшими нулями в проекции на оси координат, а задается меньше половины расстояния между проекциями на оси координат ближайших друг к другу точек минимумов. В-третьих, необходимо снять ограничение на близость к нулю значения функции в идентифицированной точке минимума. Больше ничего в программе менять не нужно.

Пример 5. Пусть требуется найти все локальные минимумы функции

$$z = \ln \left(1 + \sin^2 \left(\frac{\pi}{3} + e^{-(x^2+y^2)} + \ln \left(1 + \sqrt{x^2 + y^2} \right) \right) / \sqrt{1/4 + x^2 + y^2} \right) + 9, \\ (x, y) \in [-8, 8] \times [-8, 8]. \quad (37)$$

Для решения используется программа (заданный в разделе констант полином будет использован в дальнейшем – для функции (37) он не нужен):

```
PROGRAM MINFuncXY;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const n00=1024; np1=10;
type vect3=array [1..np1] of extended;
const b: vect3 = (-4.1,4.21,-2.1,-2.221,0.102,0.203,-77.55,0.1,55.1);
      b1: vect3 = (-44.33,-4.2,2.202,-5,-5.1,55.001,55.1,2.101,44.135);
```

```

type vect1=array [1..4*n00] of extended; vect2=array [1..4*n00] of longint;
var i,ii,j,k,kk,k1,r,ee,ee1,ttt,nn0,mm: longint; c,a1,rex,imy: vect1;e,e3,e33: vect2;
aaa,x,x0,xk,xk0,xk1,hx,hy,min,eps1,eps11,eps12,eps13,z,z1,bbb,
y,y0,yk,yk0,yk1,ykk0,hh,yz,yz1,x00,x11,y00,y11,eps0,h,eps00,eps:extended;
procedure sort(var nn0:longint; var c: vect1; var e: vect2);
{процедура sort без изменений скопирована из программы FUNCPCOLINOMutochnenie (korkompmin
примера 1)}
procedure identif1(var eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0:extended;
var rex,imy: vect1;var kk:longint;var mm:longint);
label 21,22,23;
function func (x,y:extended):extended;
var p: extended; i1: integer;
begin
{p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1]));func:=abs(p)+33; end;}
func:=ln(1+sqr(sin((pi/3+exp(-(sqr(x)+sqr(y))))+ln(1+sqrt((sqr(x)+sqr(y)))))/sqrt(1/4+sqr(x)+sqr(y))))+9;
{func:= ((sqr(y)+sqr(sqr(x)))-exp(-sqrt(x*x+y*y)));}
end;
procedure minx (var x,y,min:extended;var ee:integer);
begin
min:=func(x,y); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*hx;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee:=i end end
end;
procedure miny (var x,y,min:extended;var ee1:integer);
begin
min:=func(x,y); ee1:=0; for i:=1 to ttt do begin y:=yk0+i*hy;
if min > func(x,y) then begin min:=func(x,y);ee1:=i end end
end;
procedure spusx( var eps1, xk0,xk1,hx,y: extended);
begin
while abs(eps1) > eps do begin x:=xk0; minx (x,y,min,ee); eps1:=eps1/1.2;
xk0:=xk0+ee*hx-eps1;xk1:=xk0+eps1;hx:=abs(2*eps1)/mm end
end;
procedure spusky(var eps11,yk0,yk1,hy,x: extended);
begin
while abs(eps11) > eps do begin ykk0:=yk0; y:=yk0; ttt:=mm;
miny (x,y,min,ee1); eps11:=eps11/1.2; yk0:=yk0+ee1*hy-eps11; yk1:=yk0+eps11;
hy:=abs(2*eps11)/mm end
end;
begin
aaa:=1e62;bbb:=1e62;kk:=0; x0:=x00; y0:=y00; nn0:=n00; hh:=nn0*h;
while x0 <= x11+hh do begin while y0 <= y11+hh do begin
for r:=1 to nn0 do begin x:=x0+r*h; ykk0:=y0; y:=y0; ttt:=nn0;hy:=h; miny (x,y,min,ee1); a1[r]:=min end;
sort( nn0, a1, e33); k1:=1; while k1 <= nn0 do begin
for r := 1 to k1-1 do if abs(e3[k]-e3[k-r]) <=eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h;
for r:=1 to nn0 do begin y:=y0+r*h; a1[r]:=func(xk,y) end;
sort( nn0, a1, e33); k1:=1; while k1 <= nn0 do begin
for r := 1 to k1-1 do if abs(e33[k1]-e33[k1-r])<=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h; eps1:=eps0;
eps11:=eps0; xk0:=xk-eps1; xk1:=xk+eps1; hx:=abs(2*eps1)/mm; y:=yk; spusx(eps1,xk0,xk1,hx,y);
yk0:=yk-eps11; yk1:=yk+eps11; hy:=abs(2*eps11)/mm; x:=xk0+ee*hx+eps1; spusky(eps11,yk0,yk1,hy,x);
eps12:=eps0/1.2; xk0:=x-eps12; xk1:=x+eps12; hx:=abs(2*eps12)/mm; y:=yk0+ee1*hy+eps11;
spusx(eps12,xk0,xk1,hx,y); eps13:=eps0/1.2; yk0:=yk0+ee1*hy-eps13; yk1:=yk0+2*eps13;
hy:=abs(2*eps13)/mm;
x:=xk0+ee*hx+eps12; spusky(eps13,yk0,yk1,hy,x); if func(xk,yk)=0 then begin x:=xk; yk0:=yk; goto 21 end;
for i:= 1 to 2 do begin z:=x+i*h; if func(x,yk0) >= func(z,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin z1:=x-i*h; if func(x,yk0) >= func(z1,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz:=yk0+i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz) then goto 22; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz1:=yk0-i*h; if func(x,yk0) >= func(x,yz1) then goto 22; end;
if abs(aaa-x)<=1e-50 then goto 23; if abs(bbb-yk0)<=1e-50 then goto 22;
21: kk:=kk+1; rex[kk]:=x; imy[kk]:=yk0;
writeln(' ',x:2:30,' '); writeln(' ',yk0:2:30,' ',' ', func(x,yk0):2:30); writeln; aaa:=x; bbb:=yk0;
22: k1:=k1+1 end;
23: k:=k+1 end; y0:=y0+hh end; x0:=x0+hh; y0:=y00 end;
end;
begin
eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-8; x11:=8; y00:=-8; y11:=8; eps0:= 0.49; h:=eps0/43; eps00:= eps0;
writeln; writeln(' ','Приближения экстремумов',' ');writeln;
identif1(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm);

```



```
writeln; writeln(' ', 'Уточнения экстремумов', ' '); writeln ;
eps0:= eps00/10; h:=eps0/43;
for ii:=1 to kk do begin x00:=rex[ii]-eps00; x11:=rex[ii]+eps00; y00:=imy[ii]-eps00; y11:=imy[ii]+eps00;
identifl(eps,x00,x11,y00,y11,eps0,h,x,yk0,rex,imy,kk,mm); end;
readln;
end.
```

Результат работы программы:

Точки минимумов		Точки минимумов	
-0.05803836977122221000000000000000	-0.000...001100000000000000	-0.000...001100000000000000	-0.000...001100000000000000
0.50093023085695184000000000000000	9.00...00	-0.000...000000000000000000	9.509401122491339800...00
-0.29392208779283363000000000000000	0.0889623215987226700...00	0.0889623215987226700...00	0.0889623215987226700...00
0.40976743997004201000000000000000	9.00...00	0.4963720921726619700...00	9.00...00
.....			
-0.31905990175856545000000000000000	-0.000...000000000000000000	-0.000...000000000000000000	-0.000...000000000000000000
0.39051290329759240000000000000000	9.00...00	-0.000...000000000000000000	9.5094011224913396800...00
0.02473111742883125000000000000000	0.31907963379287989000000000000000	0.31907963379287989000000000000000	0.31907963379287989000000000000000
-0.50367441945061069000000000000000	9.00...00	0.39049678084550434000000000000000	9.00...00
.....			
0.38287526353522474000000000000000	0.38287526353522474000000000000000	0.38287526353522474000000000000000	0.38287526353522474000000000000000
0.32818604651162790000000000000000	9.00...00	0.32818604651162790000000000000000	9.00...00

В рассматриваемом случае количество обнаруживаемых локальных минимумов зависит от радиуса локализации. В случае если число минимумов от этого не зависит, программа идентифицирует те и только те минимумы, которые функция имеет.

Пример 6. Пусть требуется найти все локальные минимумы функции

$$z = y^2 + x^4 - e^{-(y^2+x^2)}, (x, y) \in [-8, 8] \times [-8, 8]. \quad (38)$$

Для функции (38), заданной в виде `func:= ((sqr(y)+sqr(sqr(x)))-exp(-sqrt(x*x+y*y)))`; та же программа даст результат:

Точка минимума	
-0.00000000000000000000000000000000	-0.00000000000000000000000000000000
-0.00000000000000000000000000000000	-1.00000000000000000000000000000000

Дифференцируемость функции не требуется. Так, если взять полином из раздела констант по абсолютной величине, рассматривая его модуль как функцию двух переменных, и прибавить к нему число 33, `p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1]))`; `func:=abs(p)+33`; то результатом работы программы при соответственных параметрах

`eps:=1e-44; mm:=4; x00:=-100; x11:=100; y00:=-100; y11:=100; eps0:=0.49; h:=eps0/43; eps00:=eps0`;

будет значение `abs(p)+33`, достигаемое в корнях исходного полинома:

Точки минимумов		Точки минимумов	
-77.0000...0000	33.00...00	-4.1000...0000	33.00...00
55.1000...0000	33.00...00	-44.3300...0000	33.00...00
0.1020...0000	33.00...00	-2.1000...0000	33.00...00
-5.1000...0000	33.00...00	2.0000...0000	33.00...00
-2.0000...0000	33.00...00	-2.2210...0000	33.00...00
2.2020...0000	33.00...00	-5.0000...0000	33.00...00
4.2100...0000	33.00...00	0.2030...0000	33.00...00
-4.0000...0000	33.00...00	55.0010...0000	33.00...00
55.0100...0000	33.00...00	55.1000...0000	33.00...00
2.1010...0000	33.00...00	44.1350...0000	33.00...00

Замечание 6. В отличие от поиска корней полинома или нулей функций в рассматриваемой программе не остается условий фильтрации неточных приближений. Однако это можно сделать по мере близости точек минимума, выбирая точки с наименьшим в них значением функции.

Максимумы идентифицируются по этой же программе, если на входе задать

функцию с обратным знаком, найти ее минимумы, затем на выходе поменять знак на исходный. Можно поступить иначе, применив непосредственно условие максимума. В этом случае необходимо изменить знак неравенства на противоположный в процедурах минимизации, а также на границах текущего прямоугольника. Рассматриваемые операторы примут вид:

```
k:=1; while k<= nn0 do begin
for r := 1 to nn0-k do if abs(e3[k]-e3[k+r]) <=eps0/h then goto 23; xk:= x0+e3[k]*h;
k1:=1; while k1<= nn0 do begin
for r := 1 to nn0-k1 do if abs(e33[k1]-e33[k1+r])<=eps0/h then goto 22; yk:= y0+e33[k1]*h;
procedure minx (var x,y,min:extended;var ee:integer);
begin
min:=func(x,y); ee:=0; for i:=1 to mm do begin x:=xk0+i*h; if min < func(x,y) then begin min:=func(x,y);
ee:=i end end end;
procedure miny (var x,y,min:extended;var ee1:integer);
begin
min:=func(x,y); ee1:=0; for i:=1 to tty do begin y:=ykk0+i*hy; if min < func(x,y) then begin min:=func(x,y);
ee1:=i end end end;
for i:= 1 to 2 do begin z:=x+i*h; if func(x,yk0) < func(z,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin z1:=x-i*h; if func(x,yk0) < func(z1,yk0) then goto 23; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz:=yk0+i*h; if func(x,yk0) < func(x,yz) then goto 22; end;
for i:= 1 to 2 do begin yz1:=yk0-i*h; if func(x,yk0) < func(x,yz1) then goto 22; end;
```

Так, если эти преобразования применить к той же программе MINFuncXY и на входе задать значение полинома с обратным знаком

```
p:=1; for i1:=1 to np1 do p:=p*(sqr(x-b[i1])+sqr(y-b1[i1])); func:=-abs(p);
```

то результатом программы будут все корни полинома, найденные как максимумы модуля с минусом (для корней можно воспользоваться фильтрацией по величине модуля полинома).

Заключение

Изложен компьютерный метод инвариантной идентификации экстремумов функций двух действительных переменных и нулей функций одной комплексной переменной на основе устойчивой адресной сортировки. Инвариантность относится к виду входной функции, к области поиска одновременно всех нулей и экстремумов без их априорной локализации. Поиск нулей функции комплексной переменной сводится к случаю функции двух действительных переменных умножением на комплексно сопряженное значение. На этой основе выполняется поиск корней полиномов от одной комплексной переменной с комплексными коэффициентами, корней характеристического полинома матрицы с учетом кратности. Для линейной дифференциальной системы с матрицей постоянных коэффициентов идентифицированные корни определяют характер устойчивости в смысле

Ляпунова. Метод реализован программно, на основе сортировки вычислительные операции заменяются операциями сравнения, в результате достигается точность приближения нулей и экстремумов без потери значащих цифр в формате представления данных. Программа за приемлемое время выполняется на персональном компьютере, дано преобразование метода к параллельной форме. Безусловная численная оптимизация выполняется без априорного указания области, структуры расположения нулей и экстремумов, без локализации начальных приближений. Приводятся оценки области корней полиномов и характеристических чисел матрицы. Построение программ переносится на случай функций нескольких переменных [15].

Список литературы

1. Ромм Я.Е. Идентификация нулей и экстремумов функций на основе сортировки с приложением к анализу устойчивости. I. Случай одной действительной переменной // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6 (1). С. 79–97.
2. Амосов Г.Г. Лекции по математическим основаниям квантовой механики. М.: Изд-во МФТИ, 2019. 90 с.
3. Davies E.B., Levitin M. Spectra of a class of non-self-adjoint matrices. Linear Algebra Appl. 2014. № 448. P. 55–84.

4. Уилкинсон Д.Х. Алгебраическая проблема собственных значений. М.: Наука, 1970. 564 с.
5. Рыжиков Ю.И. Вычислительные методы. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 400 с.
6. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Физматлит, 2010. 558 с.
7. Рейзлин В.И. Численные методы оптимизации. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 105 с.
8. Тарарушкин Ю.Р. Численные методы оптимизации. М.: Изд-во МГУПС (МИИТ), 2015. 112 с.
9. Ромм Я.Е. Локализация и устойчивое вычисление нулей многочлена на основе сортировки. I // Кибернетика и системный анализ. 2007. № 1. С. 165–183.
10. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.: Лань-Пресс. 2020. 442 с.
11. Долгополов Д.В. Методы нахождения собственных значений и собственных векторов матриц. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. 39 с.
12. Шевцов Г.С., Крюкова О.Г., Мызникова Б. И. Численные методы линейной алгебры. СПб.-М.-Краснодар: Лань. 2011. 496 с.
13. Старченко А.В., Берцун В.Н. Методы параллельных вычислений. Томск: Изд-во Томского университета, 2013. 224 с.
14. Ромм Я.Е. Параллельные итерационные схемы линейной алгебры с приложением к анализу устойчивости решений систем линейных дифференциальных уравнений // Кибернетика и системный анализ. 2004. № 4. С. 119–142.
15. Ромм Я.Е., Заика И.В. Численная оптимизация на основе алгоритмов сортировки с приложением к дифференциальным и нелинейным уравнениям общего вида // Кибернетика и системный анализ. 2011. Т. 47. № 2. С. 165–180.

УДК 69.05:697

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АВТОНОМНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Серeda С.Н.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Муром, e-mail: sereda-2010@mail.ru

Целью работы является исследование современных методов дистанционного управления автономной отопительной системой. Рассматривается структура системы автономного отопления, оснащенной средствами автоматизации, позволяющими осуществлять дистанционный контроль ее состояния и управлять режимом работы посредством мобильных устройств (смартфонов и планшетов), подключенных к сети сотовой связи GSM, или любого компьютера с доступом в интернет. Для создания стенда – макета системы проводится подбор необходимого оборудования: теплогенератора, радиаторов отопления, циркуляционного насоса, запорной и трубопроводной аппаратуры, а также средств автоматизации. Кроме того, в конструкции стенда реализован отопительный блок «теплый пол», динамическая характеристика которого, полученная экспериментальным путем, подтверждает его большую инерционность. Рассматриваются различные режимы автоматического управления работой системы отопления: ПИД-регулирование, расписание, погодозависимая автоматика. Приводятся результаты эксперимента по управлению стендом в дистанционном режиме работы. Показаны особенности адаптивного управления стендом в режиме поддержания целевой температуры воздуха в помещении. Дается сравнение эффективности работы радиаторов отопления с различными схемами включения. Разработанный стенд автономной системы отопления с дистанционным управлением предназначен для использования в учебном процессе.

Ключевые слова: система, отопление, микроклимат, автоматизация, дистанционное управление

REMOTE CONTROL OF THE SELF-CONTAINED HEATING SYSTEM

Sereda S.N.

Murom Institute (branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Murom, e-mail: sereda-2010@mail.ru

The aim of the work is to investigate the up-to-date methods of remote control of the self-contained heating system. The structure of an self-contained heating system equipped with automation equipment is under consideration, which allows remote control of its state and managing of the operation mode via mobile devices (smartphones and tablets), connected to the GSM cellular network, or by means of computer with Internet access. In order to create a stand – layout of the system, the necessary means are selected: a heat generator, heating radiators, a circulating pump, shut-off and pipeline equipment, and automation tools. Moreover, a heating unit «warm floor» is implemented in the stand design, whose dynamic characteristic, obtained experimentally, confirms its great inertness. Various modes of automatic control of the heating system are considered: PID – regulation, schedule mode, weather-dependent automation. The results of the experiment on remote control of a stand are presented. The features of adaptive control of the stand in the mode of maintaining the target air temperature in the room are shown. A comparison of the performance of heating radiators with different switching schemes is given. The developed stand of the self-contained heating system with remote control is to utilize in the educational process.

Keywords: system, heating, microclimate, automation, remote control

Климатические условия на территории Российской Федерации определяют продолжительный холодный сезон, что требует применения систем теплоснабжения и отопления жилых зданий, предприятий и других объектов инфраструктуры городской застройки. Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация систем как централизованного, так и автономного теплоснабжения должны проводиться технически грамотными специалистами. В связи с этим в учебных заведениях страны реализуются программы подготовки кадров по направлению «Строительство» и профилю «Теплогазоснабжение». Для успешного освоения образовательной программы студентами необходимо применение в учебном процессе наглядных учебных материалов, стендов и прочего оборудования, поясняющих структуру, функциональные возможности, принципы работы

и особенности эксплуатации отопительных приборов и систем. При этом особое внимание должно уделяться вопросам автоматизации их работы, контроля и оперативного управления с применением современных аппаратно-программных средств, и возможности предоставляемых инфокоммуникационными системами, сетями мобильной связи, а также сетью Интернет.

Стенд системы автономного отопления с дистанционным управлением

Автономная (децентрализованная) система отопления предназначена для обеспечения требуемых параметров микроклимата в жилых и производственных зданиях, установленных в нормативных документах [1–3]. Проектирование систем отопления должно проводиться в соответствии с Постановлением правительства РФ № 154 [4], Феде-

ральным законом № 190-ФЗ «О теплоснабжении» [5], действующими документами системы проектной документации строительства (СПДС) ГОСТ Р 21.1101-2013 [6], правилами выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования по ГОСТ 21.602-2003 [7], а также требованиями, определенными в СП 60.13330.2016 [8] и СП 41-104-2000 [9].

Внедрение средств автоматизации инженерных систем зданий и сооружений регламентируется ГОСТ 21.208-2013, ГОСТ 21.408-2013 и СП 77.13330.2016 [10, 11].

Структурная схема стенда системы автономного отопления с дистанционным управлением показана на рис. 1.

В состав системы входят: теплогенератор (электрический котел ЭВАН ЭПО 4); контроллер дистанционного управления отопительным оборудованием ZONT H-1; насос циркуляционный Unipump CP25-60 180; нагревательные приборы P1 и P2; датчики температуры DS18B20 (T1 – T7); блок «теплый пол»; не показанные на схеме элементы запорной аппаратуры, расширительный бак и группа безопасности котла.

Выбор электрического котла в качестве теплогенератора для стенда обусловлен: целевым назначением; наличием в здании по месту установки инженерных систем энергоснабжения; возможностями управления режимом работы котла; требованиями безопасности; стоимостью. Котел ЭПО-4 имеет отдельный пульт управления ЭПО-M1 [12] и управляется только в релейном режиме. Управление температурой нагрева теплоносителя в ручном режиме задается ручкой регулировки на пульте котла.

В качестве нагревательных приборов в стенде выбраны два алюминиевых радиатора отопления ECO AL350-80-4, име-

ющих диагональное (P1) и боковое подключение (P2) и соответствующих ГОСТ 31311-2005 [13].

Для автоматического управления работой стенда в дистанционном режиме в конструкции применен контроллер – автономный GSM термостат ZONT H-1 [14], который регулирует работу котла в режиме нагрева на поддержание либо целевой температуры воздуха в помещении, либо заданной температура теплоносителя, считывая показания термодатчиков. Для мониторинга уличной температуры дополнительно снаружи помещения устанавливается датчик T6, либо термостат может получить информацию о температуре воздуха на улице с погодного сервера (Gismeteo).

Кроме того, термостат позволяет контролировать техническое состояние котла и оповещать оператора при возникновении аварии котла, отключении напряжения питания, неисправности температурных датчиков или срабатывании дополнительных датчиков сигнализации посредством SMS сообщений на заданный номер мобильной связи.

Принцип дистанционного управления системой состоит в том, что с помощью ZONT по GSM каналу связи пользователь-оператор может задавать режим работы системы отопления, дистанционно включать и выключать систему и оперативно отслеживать показания термодатчиков посредством веб-сервиса в личном кабинете на сайте <https://zont-online.ru/>, на котором также проводится настройка работы термостата. Дистанционное управление работой системы отопления возможно как с мобильных устройств (смартфонов и планшетов) с установленным приложением ZONT, так и с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

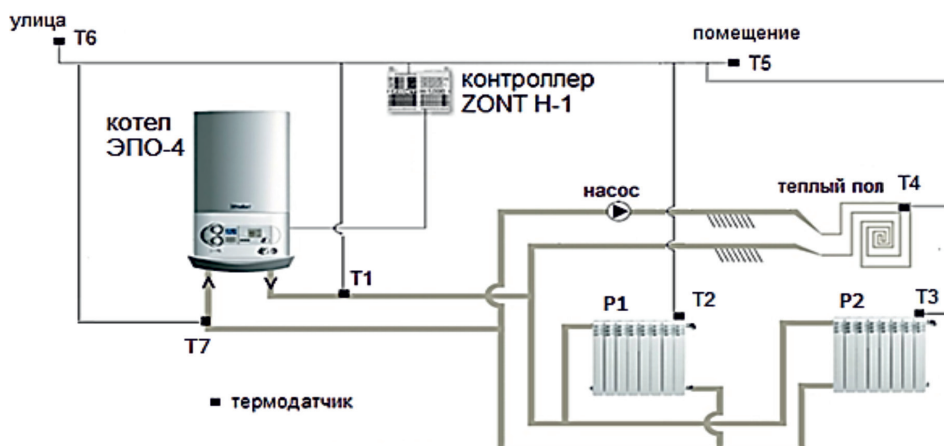


Рис. 1. Схема стенда системы автономного отопления

Режимы управления котлом

Для автоматического управления работой котла, в настройках термостата необходимо назначить датчик температуры по которому будет контролироваться текущая температура. Термостат сравнивает текущую температуру с заданной и дает команду на включение или выключение котла. Назначение датчика для регулирования выполняется в веб-сервисе, настройка «Датчик температуры».

Если котел должен поддерживать заданную температуру воздуха в помещении (показания датчика T5), то в назначении датчиков нужно указать этот датчик в настройке «По воздуху». Если котел должен поддерживать заданную температуру теплоносителя (показания датчика T1), то в назначении датчиков нужно указать этот датчик в настройке «По теплоносителю».

При неисправности датчика температуры, назначенного для регулирования, управление на датчик, назначенный «резервным». Если резервный датчик не назначен, то термостат переходит в аварийный режим работы и включает нагрев котла через равные промежутки времени: 15 мин нагрев включен, 15 мин – котел остывает.

Алгоритм управления котлом в режиме регулирования по теплоносителю (ПИД) состоит в том, что термостат ZONT анализирует скорость изменения текущей температуры в помещении относительно заданной и вычисляет расчетную температуру теплоносителя, необходимую для ее плавного поддержания. Таким образом, включение и выключение котла осуществляется по показаниям датчика температуры теплоносителя и расчетной температуре воздуха в помещении.

Режим погодозависимой автоматики (ПЗА) предназначен для управления работой котла с учетом данных об изменении температуры на улице. В основе алгоритма ПЗА лежит использование определенных, заранее вычисленных зависимостей уличных температур и температуры теплоносителя, достаточных для поддержания в помещении целевой температуры равной 20 °C (рис. 2).

Для правильной работы режима ПЗА необходимо экспериментальным путём подобрать номер кривой, который зависит от самой системы отопления, от теплопотерь здания и от некоторых других факторов. Для управления работой котла в режиме ПЗА используются показания трех датчиков: температуры теплоносителя, температуры на улице и температуры воздуха в помещении.

Режим «Расписание» управления котлом предназначен для поддержания целевой температуры в соответствии с заданным расписанием. В настройках расписания задаются временные участки, на которых будут поддерживаться заданные температуры или будет включаться выбранный режим работы термостата «Эконом», «Комфорт», «Пользовательский».

Результаты экспериментов

Эксперимент со стендом проводился в лабораторных условиях при следующих условиях: уличная и комнатная температуры +22 °C; целевая температура в помещении +25 °C. В ходе эксперимента необходимо оценить температуру нагрева теплоносителя, теплоотдачу радиаторов отопления, время выхода системы в стационарный режим (поддержания целевой температуры).

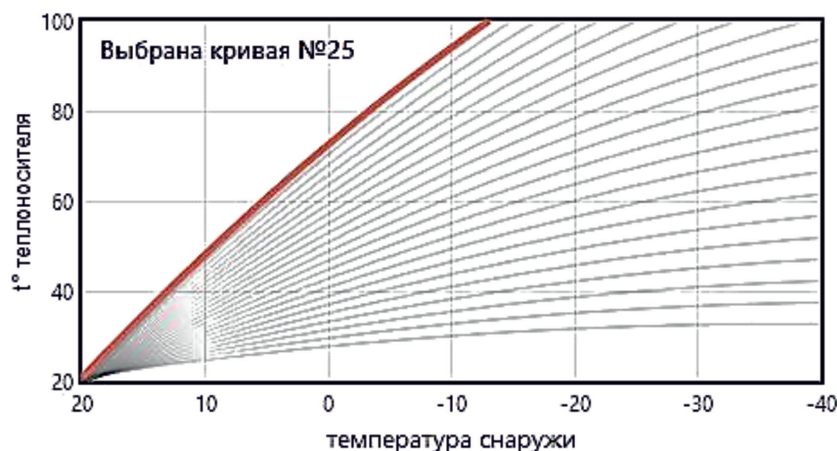


Рис. 2. Кривые настройки режима погодозависимой автоматики

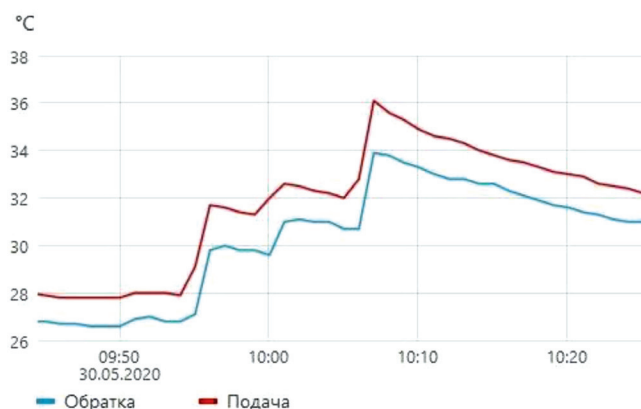


Рис. 3. Кривые разгона котла

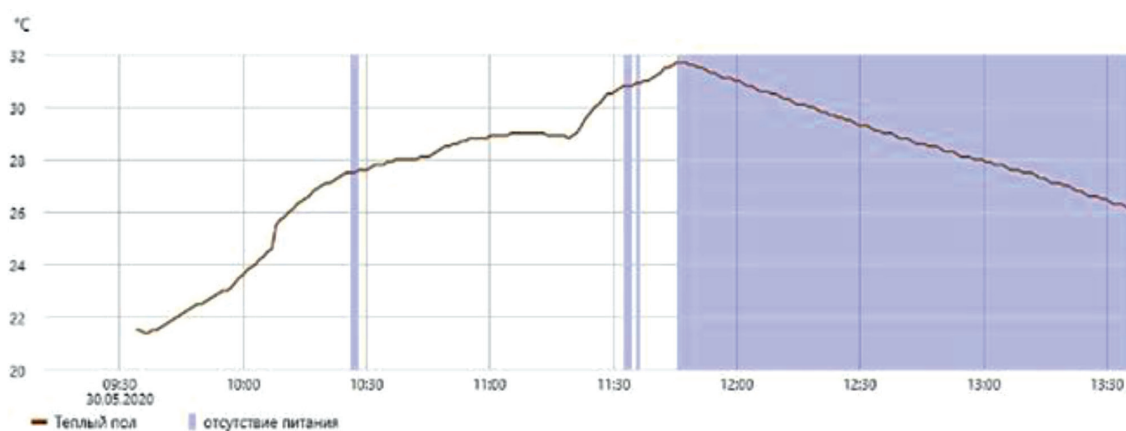


Рис. 4. Кривая разгона теплого пола

На рис. 3 представлены кривые температур теплоносителя на выходе из котла (подача, T1) и в обратном трубопроводе (обратка, T7). Разница между указанными температурами составляет 2 °С, что характеризует незначительные тепловые потери до 8 кВт в радиаторах отопления в силу их малых размеров, компактности стенда и малое отклонение начальной температуры от заданной. Максимальная теплоотдача радиатора отопления может быть при разности температур $T1 - T7 = 80\text{ °C}$. Время нагрева теплоносителя от комнатной до заданной температуры (35 °С) составило около 10 мин. При этом следует отметить нелинейный ступенчатый характер кривой разгона котла – динамической характеристики, отражающей алгоритм работы автоматики.

Блок теплого пола обладает большой инерцией. На его прогрев и остывание после отключения питания требуется время до четырех часов (рис. 4).

Сравнение кривых разгона радиаторов отопления (рис. 5) позволяет сделать вывод,

что радиатор 1 с диагональной схемой подключения прогревается немного быстрее и имеет большую теплоотдачу, чем радиатор 2 с боковым подключением.

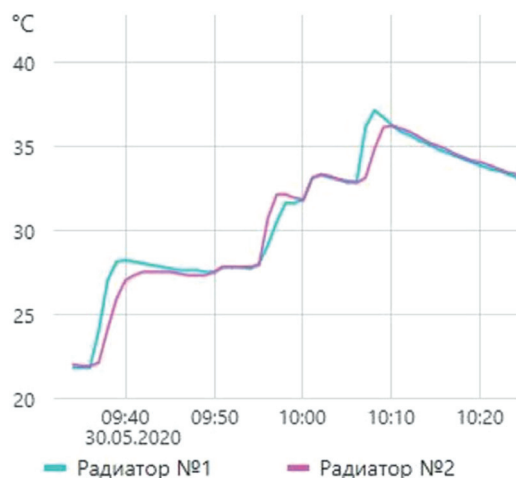


Рис. 5. Кривые разгона радиаторов отопления

Заключение

В работе представлена конструкция стенда системы автономного отопления с дистанционным управлением, предназначенной для учебных целей. Стенд оснащен средствами автоматизации, позволяющими осуществлять дистанционный контроль ее состояния и управлять режимом работы посредством мобильных устройств (смарт-фонов и планшетов), подключенных к сети сотовой связи GSM, или любого компьютера с доступом в интернет. Рассмотрены различные режимы автоматического управления работой системы отопления: ПИД-регулирование, режим расписания, режим погодозависимой автоматики.

Приведены результаты экспериментов по исследованию динамики компонентов системы, кривых разгона теплогенератора, отопительных приборов и блока «теплый пол», динамическая характеристика которого, полученная экспериментальным путем, показывает его большую инерционность.

Из приведенных результатов эксперимента по управлению стендом в дистанционном режиме работы выявлены особенности адаптивного управления стендом в режиме поддержания целевой температуры воздуха в помещении. Приведено сравнение эффективности работы радиаторов отопления с различными схемами включения.

Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

2. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. [Электронный ресурс]. URL: http://metrolog-spb.ru/wp-content/uploads/sanpin_2.2.4.3359-16.pdf (дата обращения: 06.06.2020).

3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. М.: Минстрой России, 2013. 120 с.

4. Постановление Правительства РФ от 22.02.2012 г. № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/616/154.pdf> (дата обращения: 06.06.2020).

5. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ (ред. от 29.07.2018). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902227764> (дата обращения: 06.06.2020).

6. ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации. М.: Стандартинформ, 2013. 84 с.

7. ГОСТ 21.602-2016. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. М.: Стандартинформ, 2016. 31 с.

8. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минстрой России, 2016. 104 с.

9. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения М.: Минстрой России, 2008. 22 с.

10. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. М.: Стандартинформ, 2014. 42 с.

11. СП 77.13330.2016 Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85. М.: Минстрой России, 2016. 134 с.

12. Котел ЭВАН ЭПО-4. [Электронный ресурс]. URL: https://www.evan.ru/products/kotly_elektricheskie/epo-2_5-30/epo_4 (дата обращения: 06.06.2020).

13. ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007. 15 с.

14. GSM термостат Zont H-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://zont-online.ru/internet-magazin/termostat/zont-h1> (дата обращения: 06.06.2020).

УДК 629.35

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Скрыпник В.И., Кузнецов А.В.

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

Лесотранспортные операции и затраты на их проведение оказывают существенное влияние на весь лесозаготовительный процесс и рентабельность работы предприятия. Решение инженерных задач на транспорте и определение технико-экономических показателей работы лесотранспортных машин приобретает особую значимость для повышения эффективности транспортно-переместительных операций. В работе обоснованы и выведены зависимости и определена методика расчетов показателей движения лесовозных автопоездов при неустойчивом и устойчивом режимах движения. Разработанные методы расчетов учитывают все основные факторы, влияющие на показатели движения, и обладают большей точностью и достоверностью, чем традиционные методы, зачастую применяемые на лесотранспорте. Доказана достаточная точность и адекватность результатов расчетов предлагаемыми методами в сравнении с фактическими показателями, вследствие учета всех основных факторов, влияющих на показатели движения автопоездов. Выведенные зависимости и обоснованные методы позволяют решать широкий круг технико-экономических и инженерных задач при проектировании, планировании и эксплуатации лесотранспорта. Разработанная методика расчета позволяет определять фактические значения скорости и времени движения лесовозных автопоездов в различных режимах движения, определять их производительность, а также реальные технико-экономические показатели работы лесотранспортных систем; обосновывать оптимальный тип автопоезда и его режимы работы.

Ключевые слова: показатели движения, неустойчивое и устойчивое движение, лесовозные автопоезда, механическая трансмиссия

METHODS FOR CALCULATING NON-STEADY MOTION INDICATORS OF LOG TRUCKS WITH MECHANICAL TRANSMISSION

Skrypnik V.I., Kuznetsov A.V.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: kuzalex@psu.karelia.ru

Forest transportation operations and costs on their implementation have a significant impact on the entire logging process and the profitability of an enterprise. In order to increase the efficiency of transport and relocation operations, it is particularly important to solve engineering problems in transport and determine the technical and economic indicators of the work of forest transport machines. The paper presents derived and substantiated dependencies and defined methodology for calculating the motion indicators of log trucks with non-steady and steady modes of motion. The developed calculation methods take into account all the main factors affecting motion indicators and have greater accuracy and reliability than traditional methods often used for forest transport. The authors of the paper compared the results of the calculation made by the proposed methods with actual indicators. They proved sufficient accuracy and adequacy of the calculation results due to taking into account all the main factors affecting the motion indicators of log trucks. Derived dependencies and substantiated methods allow solving a wide range of technical, economic and engineering problems in the design, planning and operation of forest transport. The developed calculation method allows determining the actual values of speed and time of movement of log trucks in various motion modes, allows determining their productivity, as well as real technical and economic indicators of the work of forest transport systems. It also allows justifying the optimal type of a log truck and its operating modes.

Keywords: motion indicators, non-steady and steady motion, log trucks, mechanical transmission

В настоящее время лесотранспортные операции и затраты на их проведение оказывают существенное влияние на весь лесозаготовительный процесс и рентабельность работы предприятия. В этих условиях решение инженерных задач на транспорте и определение технико-экономических показателей работы лесотранспортных машин приобретает особую значимость для повышения эффективности транспортно-переместительных операций.

На протяжении долгого времени многими исследователями разрабатывались и совершенствовались методы тяговых расчетов для определения показателей движе-

ния лесовозных автопоездов. Значительный вклад в разработку подобных методов был внесен исследователями и учеными ЦНИИМЭ и других исследовательских и научных учреждений [1, 2]. Исследованиями в области повышения эффективности лесотранспортных операций и определения показателей и режимов движения лесовозных автопоездов в различных условиях эксплуатации занимались следующие специалисты и ученые: В.И. Алябьев, Б.А. Ильин, О.Н. Бурмистрова, В.К. Курьянов, А.А. Камусин, А.В. Скрыпников, С.И. Сушков и др. [3–6]. Разработкой и совершенствованием методов тяговых расчетов и моде-

лированием движения лесовозных автопоездов – Б.И. Кувалдин, В.И. Скрыпник, И.Р. Шегельман и др. [1, 2, 7, 8].

Разработанные методы и программы [1, 7] использовались в Системе автоматизированного проектирования автопоездов, при проектировании лесотранспортных путей, при выборе оптимального типа автопоезда, при многовариантном проектировании и в учебном процессе. На основе расчетных экспериментальных исследований, в процессе которых определялись фактические и расчетные показатели движения, дана оценка точности и адекватности расчетных показателей движения (скорости и времени движения, пройденного расстояния, режимов движения и др.). Доказано, что обеспечивается достаточная точность и адекватность результатов в сравнении с фактическими показателями, вследствие учета всех основных условий, влияющих на показатели движения автопоездов.

В то же время в связи с появлением новых типов и моделей лесовозных автопоездов и необходимостью учета всех факторов, оказывающих влияние на их режимы движения, а также расширением круга решаемых задач и упрощения расчетов без снижения их точности полученные методы и зависимости тяговых расчетов требуют дальнейшего совершенствования и развития.

Цель исследования: разработать алгоритм и методику расчета для определения показателей неустановившегося движения лесовозных автопоездов с механической трансмиссией.

Материалы и методы исследования

При условии аппроксимации кривой тяговой характеристики в рабочем диапазоне двигателя семейством кривых вида

$$F_T = a - bv^2, \quad (1)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты для определения скорости движения, выведены зависимости, дающие возможность определять скорость в конце участка длиной S с учетом начальной скорости движения v_0 .

Расчетные формулы имеют вид

$$v = \sqrt{\left(v_0^2 - \frac{A}{B}\right)e^{-\frac{2Bg_s}{G\delta}} + \frac{A}{B} + \frac{\rho}{B}}, \quad (2)$$

$$\rho = \frac{G^2\delta}{2BR_bg} \cdot \left(e^{-\frac{2Bg_s}{G\delta}} - 1\right) + \frac{GS}{R_b}, \quad (3)$$

где $A = a - iG + \omega G$; i – продольный уклон; G – вес автопоезда, кгс; S – пройденное расстояние, м; ω – коэффициент сопротивления движению; δ – коэффициент учета инерции вращающихся масс; R_b – радиус вертикаль-

ной кривой, м; $B = b + k\Delta\Omega v^2$; k – соответственно, коэффициент сопротивления воздушной среды для автомобиля; Δ – коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление от прицепов; Ω – лобовая площадь автомобиля, м².

Формула (2) применяется для определения скорости движения автопоезда на вертикальных кривых. На прямолинейных в профиле участках последний член в формуле (2), т.е. $\frac{\rho}{B}$, исключается, так как на прямолинейных участках $R_b = \infty$, следовательно, ρ равно 0.

Сформированы таблицы $\rho = f(S)$ для всех передач КПП. При этом радиус кривой R_r принят равным 1000 м. При большем или меньшем значении R_r определяется по формуле $\rho = \rho_{1000} \cdot \frac{1000}{R_r}$.

В таблице приведены значения ρ при движении автопоезда на базе МАЗ-6303-26.

С использованием таблиц значительно облегчается определение скорости движения (с работающим двигателем, торможением двигателя и моторным тормозом). Упрощаются расчеты при проектировании и решении технико-экономических задач на транспорте, при выборе различных типов автопоездов и т.д.

Результаты исследования и их обсуждение

Чтобы избежать формирования таблиц $\rho = f(S)$ и упростить зависимости для определения v , не снижая точности расчетов, зависимость для определения ρ на вертикальных кривых преобразуется исходя из следующих предпосылок.

Дифференциальное уравнение движения при аппроксимации тягового усилия от скорости движения имеет вид

$$\frac{G\delta}{g} v \frac{dv}{dS} = A - Bv^2 + G \frac{S}{R}. \quad (4)$$

В дифференциальном уравнении (4), решением которого является зависимость (6), обозначения те же, что и в формулах (2)–(3).

На заданном участке длиной S среднеинтегральное значение величины $G \frac{S}{R}$ в диапазоне от 0 до S $\Delta F = \frac{S}{2R} G$.

Следовательно, уравнение (4) может быть представлено в виде

$$\frac{G\delta}{g} v \frac{dv}{dS} = A_1 - Bv^2, \quad (5)$$

где $A_1 = A + \frac{GS}{2R}$.

Значения ρ при движении автопоезда на базе МАЗ-6303-26 в грузовом направлении с полной нагрузкой на 7 передаче КПП

S	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ρ	1,278	5,138	11,54	20,479	31,941	45,91	60,382	81,334	102,775	126,633
S	100	120	130	140	150	160	170	180	190	200
ρ	152,95	181,71	212,875	246,45	282,41	320,76	361,47	404,53	449,93	497,67

В этом случае расчетная зависимость (5) упрощается.

$$v = \sqrt{\left(v_0^2 - \frac{A}{B}\right) e^{\frac{2Bg}{G\delta} S} - \frac{A_1}{B}}. \quad (6)$$

Расхождение в результатах расчетов не превышает 0,08%, т.е. по точности расчетов зависимости (6) и (2) фактически равноценны; в практических расчетах при отсутствии таблиц ρ предпочтительнее использовать зависимость (6).

На прямолинейных в профиле участках для определения скорости движения, A_1 (так как $R_v = \infty$) не определяется в расчетах, а принимается значение A , принятое в формуле (2).

Для определения показателей движения на прямолинейном в профиле участке, исходя из формулы (2), при отсутствии ρ , выведена зависимость для определения расстояния S на прямолинейном в профиле участке, которое пройдет автопоезд при изменении скорости от v_0 до v_k .

$$S = \frac{1}{C} \ln \frac{A - Bv_0^2}{A - Bv_k^2}, \quad (7)$$

$$\text{где } C = \frac{2Bg}{G\delta}.$$

На вертикальных кривых исходя из зависимостей (1), (2) вывод расчетных формул для определения S невозможен.

При от v_0 до v_k

$$S = \frac{-2 \cdot T \pm \sqrt{(2 \cdot T)^2 - 4 \cdot k^2 \cdot (v_0^2 - v_k^2) \cdot Z}}{2 \cdot k}, \quad (8)$$

где T – среднеинтегральное тяговое усилие на прямолинейном в профиле участке с уклоном, равным уклону в начальной точке вертикальной кривой.

$$Z = \frac{G\delta}{g}; \quad k = \frac{G}{R}.$$

Среднеинтегральное тяговое усилие на прямолинейном в профиле участке при условии аппроксимации тягового уси-

лия в заданном диапазоне зависимостью $F_T = A - Bv^2$ определяется по формуле

$$T = \int_{v_0}^{v_k} A - Bv^2 = \frac{A \cdot v_0 - B \cdot v^3/3 - (A \cdot v_0 - B \cdot v^3/3)}{v_k - v_0}. \quad (9)$$

На прямолинейных в профиле участках пройденное расстояние определяется зависимостью (7) или по формуле:

$$S = \frac{(v_k^2 - v_0^2)Z}{2T}. \quad (10)$$

Таким образом, получены зависимости для решения прямой и обратной задачи тяговых расчетов.

При известном среднеинтегральном значении T на прямолинейном в профиле участке:

$$v = \sqrt{\left(\frac{2Ts}{Z}\right) + v_0^2}. \quad (11)$$

На участках вертикальных кривых:

$$v = \sqrt{\left(\frac{2Ts \pm kS^2}{Z}\right) + v_0^2}. \quad (12)$$

Так как, на первом этапе расчета, при определении скорости на вертикальной кривой до определения конечной скорости движения среднеинтегральное тяговое усилие в диапазоне скоростей $v_0 - v_k$ определить невозможно, задача решается в два этапа. Вначале по формуле (11) или (12) определяется скорость движения в конце участка при заданном тяговом усилии в начале участка и равномерном ускорении. Затем в диапазоне скоростей $v_0 - v_k$ определяется среднеинтегральное тяговое усилие по формуле (9). После этого по формулам (11) или (12) значение скорости уточняется с учетом величины среднеинтегрального значения T и среднеинтегрального ускорения.

При расчетах по формуле (2) и (3) и по формулам (11) и (12) с использованием

предлагаемой методики получены одинаковые результаты.

Для определения времени движения на прямолинейных в профиле участках ранее была выведена зависимость [1]:

$$t = \frac{1}{C_1} \ln \frac{A - Bv_0}{A - Bv}. \quad (13)$$

В этом случае тяговое усилие с учетом сопротивления аппроксимируется линейной зависимостью, а не двучленным полиномом $A - Bv^2$, что приведет к снижению точности расчетов.

С целью повышения точности расчетов получено решение дифференциального уравнения в виде

$$\frac{G\delta}{g} \frac{dv}{dt} = \frac{(a - Bv^2 \pm iG - \omega G)g}{G\delta}. \quad (14)$$

Для повышения точности расчетов при определении времени движения в уравнении (14) целесообразно вместо правой его части принять среднеинтегральное значение T , полученное при определении скорости движения по формулам (9), (11), (12).

На прямолинейном в профиле участке:

$$t = (v - v_0) / \frac{gT}{G\delta} = (v - v_0) / (T/z). \quad (15)$$

На участках вертикальных кривых при расчетах t необходимо учитывать изменение сопротивления движению при непрерывных изменениях уклона на вертикальной кривой.

С учетом того, что среднеинтегральное значение изменения тягового усилия на участке длиной S при радиусе вертикальной кривой R (м) определяется по формуле $\Delta F = \frac{SG}{2R}$, дифференциальное уравнение движения на вертикальной кривой имеет вид

$$\frac{G\delta}{g} \frac{dv}{dt} = T - \frac{SG}{2R}. \quad (16)$$

Расчетная зависимость для определения времени на вертикальной кривой:

$$\begin{aligned} t &= (v - v_0) / \frac{Tg}{G\delta} + \frac{gS}{2R\delta} = \\ &= (v - v_0) / \left(T/z + \frac{GS}{2R\delta} \right). \end{aligned} \quad (17)$$

Следует отметить, что при известном среднеинтегральном тяговом усилии T можно определить время движения на участке вертикальной кривой, используя зависи-

мость для решения дифференциального уравнения в виде

$$C \frac{dv}{dt} = T - \frac{G + v_{cp}}{R}; \quad (18)$$

$$t = \frac{-T/C \pm \sqrt{(T/C)^2 - 4(v_0 - v_k)\rho \cdot v_{cp}}}{2\rho v_{cp}}. \quad (19)$$

где $\rho = g/2vR$, остальные обозначения те же, что и в формулах (7)–(9).

Если скорость движения определена с использованием зависимостей (1), (2), то определение времени движения на участке упрощается. Среднеинтегральное ускорение в этом случае определяется по формуле

$$a_{сн} = \frac{\Delta v^2}{2S} = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}. \quad (20)$$

где v_0 – скорость в начале движения на участке, м/сек; v – скорость движения в конце участка.

Время движения определяется по формуле

$$t = (v - v_0) / a_{сн}. \quad (21)$$

На вертикальных кривых, на определенном расстоянии от начала движения скорости движения автотранспортных систем достигают экстремального значения – v_s (максимальное значение скорости при разгоне автопоезда в начале движения и минимальное при снижении скорости на вертикальной выпуклой кривой). В точке экстремума скорости вектор изменения скорости меняется на противоположный.

Расстояние до точки экстремума:

$$S_s = \frac{G\delta}{2Bg} \ln \left[\frac{2BRg}{G^2\delta} \cdot (A - Bv_0^2) + 1 \right]. \quad (22)$$

Значения ρ в зависимости от S приведены в таблицах приложения [1], а также могут быть рассчитаны по формуле, полученной в результате преобразования зависимости (3):

$$\rho = \frac{G}{R} \left[\frac{1}{C} (e^{-CS} + 1) + S_3 \right]. \quad (23)$$

В формулах (22), (23): S_s – расстояние до точки экстремума, м;

$$C = \frac{2Bg}{G\delta}. \quad (24)$$

Так как в точке экстремума тяговое усилие, определяемое по формуле $A - Bv^2$, равно 0, то скорость в любой точке, находящейся на расстоянии S_s от точки экстремума, определяется по формуле

$$Bv^2 = A_s \pm \rho. \quad (25)$$

Формула (25) получена путем преобразования зависимости (2), исходя из того, что в точке экстремума $A_0 - Bv_0^2 = A_3 - Bv_3^2 = 0$.

При определении скорости движения на вертикальных выпуклых кривых ρ изменяются со знаком «+», на вогнутых – со знаком «-».

Определив скорость в точке экстремума, легко определить скорость при движении в любой точке на вертикальной кривой с тем же начальным уклоном по зависимости

$$v = \sqrt{\frac{A_3 \pm \rho}{B}}. \quad (26)$$

где A_3 – тяговое усилие в точке экстремума; v – скорость в конце вертикальной кривой, м/с.

С использованием зависимостей (23), (26) легко определить скорость движения на любом расстоянии до точки экстремума, что значительно ускоряет построение уточненного графика движения лесовозных автопоездов. Для решения обратной задачи – определения расстояния пройденного автопоездом при изменении скорости от v_0 до v_k – находится ρ по формуле (25).

При решении этих задач следует иметь в виду, что решение их указанным способом возможно лишь при наличии экстремальных значений скорости при заданных условиях.

Закключение

В работе обоснованы и выведены зависимости и определена методика расчетов показателей движения лесовозных автопоездов при неустановившемся и установившемся режимах движения. Разработанные методы расчетов учитывают все основные факторы, влияющие на показатели движения, и обладают большей точностью и достоверностью, чем традиционные методы, зачастую применяемые на лесотранспорте.

Выведенные зависимости и обоснованные методы позволяют решать широкий

круг технико-экономических и инженерных задач при проектировании, планировании и эксплуатации лесотранспорта. В частности, приведенные зависимости можно использовать для определения скорости и времени движения лесовозных автопоездов в различных режимах движения и, как следствие, расчета их производительности и технико-экономических показателей при работе в различных природно-производственных условиях, а также для обоснования оптимального типа автопоезда при работе в конкретных условиях эксплуатации и его режимов работы.

Список литературы

1. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Пладов А.В. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 304 с.
2. Алябьев В.И., Ильин Б.А., Кувалдин Б.И., Грехов Г.Ф. Сухопутный транспорт леса. М.: Лес. пром-ть, 1990. 416 с.
3. Бурмистрова О.Н., Король С.А. Определение оптимальных скоростей движения лесовозных автопоездов из условия минимизации расхода топлива // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2013. № 1 (93). С. 25–27.
4. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Морковин В.А. Модель режимов движения транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 2 (338). С. 61–67.
5. Макеев В.Н., Сушков С.И., Фурменко А.И., Солопанов М.С. Определение параметров, характеризующих движение лесовозных автопоездов по участку магистрали общего пользования // Лесотехнический журнал. 2013. № 3 (11). С. 70–75.
6. Рябова О.В., Скрыпников А.В., Никитин В.В., Ломакин Д.В. Факторы, определяющие движения лесовозных автопоездов в транспортных потоках // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 4 (52). С. 54–67.
7. Ларионов В.Я., Камусин А.А., Левушкин Д.М. Расчет средних скоростей движения лесовозного автотранспорта // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2014. № 2. С. 138–142.
8. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Васильев А.С. Математическое моделирование и оптимизация процессов автомобильного транспорта леса. Петрозаводск: Verso, 2018. 56 с.

УДК 629.02

ВИБРАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

Хвостиков А.С.

*ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: knastu@list.ru*

Повышение виброустойчивости элементов машин – основа обеспечения надежности и работоспособности. Работа по совершенствованию конструкции турбокомпрессоров направлена не только на совершенствование эффективности преобразования энергии уходящих газов, но и на снижение вибрационной активности опор. Вибрация влияет на состояние подшипниковой системы и целостность ротора и лопаточного аппарата турбокомпрессора. Основной характеристикой вибрационного состояния роторной системы турбокомпрессора является амплитудно-частотная характеристика. Существуют теоретический и экспериментальный способы определения собственных частот. Теоретический способ определения частот выполняется с помощью конечно-элементного анализа конструкции, экспериментальный – импульсным нагружением модального анализа. В работе показано, что теоретический способ не может учитывать реальных размеров, но может применяться в конструкторской проработке роторной системы при расчете вибрационного состояния модели с минимальными и максимальными размерами элементов турбокомпрессора. Источниками колебания роторной системы в резонансных частотах могут выступать импульсы давления газов на турбинное колесо. Большое значение в вибрационном анализе состояния роторной системы имеет вибрационная диагностика, способная выявить несовершенства конструкции, вызывающие вибрации, такие как несбалансированность, несовершенство масляного слоя подшипника и др.

Ключевые слова: турбокомпрессор, конечно-элементный анализ, модальный анализ, диагностика состояния, роторная система

IMPROVING THE STABILITY OF HIGH-SPEED GAS TURBINES

Khvostikov A.S.

Komsomolsk-on-Amur State University, Komsomolsk-on-Amur, e-mail: knastu@list.ru

Increasing the vibration stability of machine elements is the basis for ensuring reliability and working capacity. The work on improving the design of turbochargers is aimed not only at improving the efficiency of energy conversion of exhaust gases, but also at reducing the vibration activity of the supports. Vibration affects the condition of the bearing system and the integrity of the rotor and blade of the turbocharger. The main characteristic of the vibration state of the turbocharger rotor system is the amplitude-frequency response. There is a theoretical and experimental method for determining eigenfrequencies. The theoretical method for determining frequencies is performed using finite element analysis of the structure, while the experimental method is based on pulse loading of modal analysis. The paper shows that the theoretical method can not take into account the actual dimensions, but can be used in the design study of the rotor system when calculating the vibration state of the model with the minimum and maximum dimensions of the turbocharger elements. The sources of oscillation of the rotor system in resonant frequencies can be gas pressure pulses on the turbine wheel. Of great importance in the vibration analysis of the state of the rotor system is the vibration diagnostics that can identify design imperfections that cause vibrations, such as: unbalance, imperfection of the bearing oil layer, etc.

Keywords: turbocharger, finite element analysis, modal analysis, state diagnostics, rotary system

Современные двигатели внутреннего сгорания для обеспечения соответствия экологическим стандартам и требованиям экологичности выполняют форсированными. Требования увеличения мощности и сохранения массогабаритных характеристик турбокомпрессоров приводят к увеличению частот вращения. У высокоскоростных машин остро стоит вопрос обеспечения вибрационной надежности, так как при увеличении частоты вращения вибрационное воздействие увеличивается в квадратичной зависимости. Исследование турбомашин на вибрационную активность имеет важную научную и производственную задачу.

Завод-изготовитель [1] утверждает, что основной причиной отказа турбокомпрессоров является повышенная вибрация ротора турбины. Анализ проблем эксплуатации турбокомпрессоров показывает,

что вибрация ротора оказывает влияние на состояние подшипников и разрушение рабочих колес [2]. Вибрационное состояние турбокомпрессора изменяется от частоты вращения. Источниками вибрации турбины являются колебание ротора, лопаток и колебание подачи воздуха в турбинную часть турбокомпрессора.

В соответствии с [1] вибрационные исследования при производстве включают испытания на балансировочном стенде и во время безмоторных испытаний [3]. Ни один из этих видов испытаний не может помочь получить собственные частоты колебаний элементов турбокомпрессора.

При безмоторных испытаниях выполняют диагностику вибрационного состояния, с помощью которого можно определить причины возникновения вибрации. Наиболее часто при диагностике используют спек-

тральный анализ [4]. На рис. 1 представлен спектр вибрации турбокомпрессора, измеренный с помощью вибропреобразователя, установленного на корпусе турбокомпрессора во время стендовых испытаний. Стендовые испытания турбокомпрессоров имеют сложную измерительную систему с большим количеством высокоточных датчиков, позволяющих наблюдать вибрацию испытываемых турбокомпрессоров [1].

Анализ спектра вибрации показывает сложное вибрационное состояние турбокомпрессора с большим числом возмущающих воздействий, при этом уровень вибрации находится в допустимых пределах. Повышение уровня вибрации наблюдается при повышении частоты вращения. Помимо оборотных частот (оборотная частота $x1$, $x2$, $x3$, $x4$) имеются и постоянные частоты, неизменные от частоты вращения [1]. Каждый источник дает свой набор частот на спектре. Проблема вибрации в таких случаях должна устраняться поэтапно. Формирование диагностических признаков широко освещено в методической и учебной литературе, они формируются на основе анализа конструкции механизма и опыта эксплуатации.

Другой подход к вибрационным испытаниям – применяют математическое моделирование спектра вибрации механического модуля турбокомпрессора [4]. Смоделировать спектр будущих вибраций механизма невозможно. Каждый механизм, выполненный по одним чертежам, обладает своим собственным спектром вибрации. Изменению вибрационного состояния мо-

гут послужить дефекты, отклонения от размеров формы или положению, допустимые согласно чертежу.

Цель исследования заключается в разработке последовательности вибрационного анализа конструкции турбокомпрессора и описания всех работ по совершенствованию вибрационного состояния.

Материалы и методы исследования

Исследование вибрационной активности необходимо проводить на теоретическом и экспериментальном уровне. Любое тело при вибрационном воздействии на него начинает само вибрировать. Зависимость интенсивности вибрации от частоты носит название амплитудно-частотной характеристики. Амплитудно-частотная характеристика неидеальна, что выражается в её нелинейности. Наибольшую нелинейность вносят в систему турбокомпрессора тонкостенные лопатки и относительно длинный вал малого диаметра. Амплитудно-частотные характеристики описываются дробно-тригонометрической функцией.

Особенностью данной функции является то, что тригонометрические члены функции, зависящие от частоты колебаний, находятся как в числителе, так и в знаменателе дроби. Вследствие этого при определенных значениях частоты колебаний возмущающей силы знаменатель либо числитель дроби обращаются в ноль, что приводит к возникновению в колебательной системе ротора турбокомпрессора, соответственно, явлений резонанса или антирезонанса.

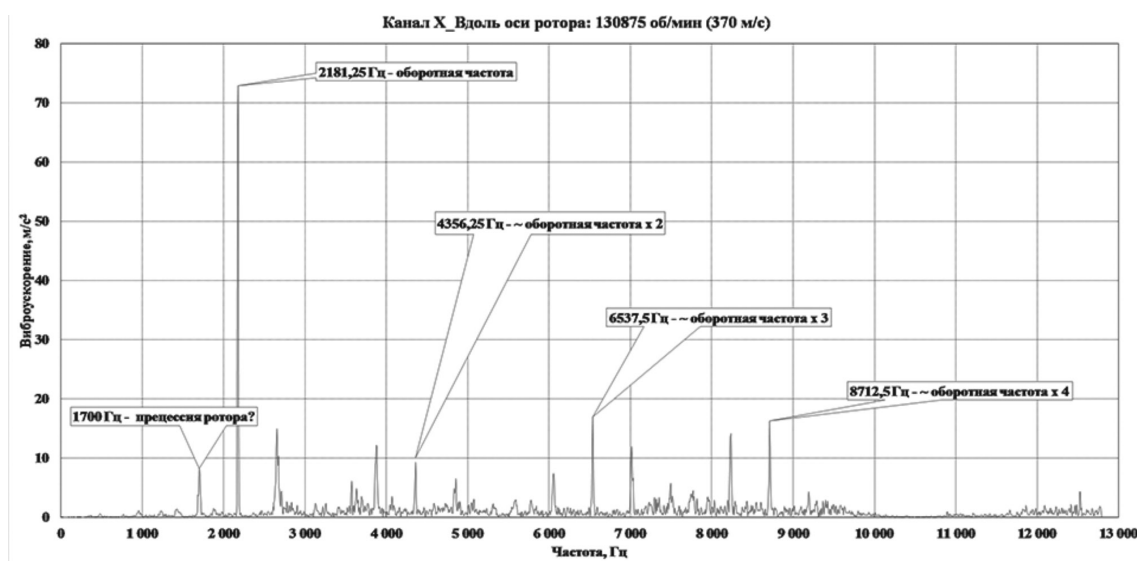


Рис. 1. Спектр вибрации турбокомпрессора при стендовых испытаниях [1]

Расчеты частот резонанса возможны с помощью специальных программ инженерного анализа. С помощью программ T-Flex Analyz и Ansys. Для расчета в программу анализа загружается модель вращающихся элементов турбокомпрессора: турбинного колеса, колеса компрессора и ротора и сборочного чертежа роторной системы. После чего производится создание сеточной модели, где исследуемую модель разделяют на конечное количество элементов (тетраидов). Дискретность разбиения элементов влияет на точность результатов. Для оценки влияния последовательно уменьшали размер сетки и при достижении размера 25 мкм дальнейшее уменьшение на результат анализа не влияло. Поэтому в дальнейших вычислениях принималась сеточная модель с размером ячейки 25 мкм.

Для анализа вынужденных колебаний на турбинное колесо и колесо турбокомпрессора накладывают граничные условия в виде закреплений. Так, для турбинного и компрессорного колеса накладывают так называемое «полное закрепление», так как колеса жестко крепятся на валу. Для ротора и сборочной единицы выбрано частичное закрепление, так как в подшипниках ротор имеет возможность перемещаться. После чего запускается процесс вычисления.

В таблице представлены значения первых 10 собственных частот турбинного колеса. Амплитуды колебания больше, если в длину лопатки укладывается нецелое количество длин волн. По мере увеличения частоты колебания амплитуда также снижается. Значения частот, полученные с помощью программ инженерного анализа, примерно одинаковые. Длина волны собственных частот укладывается 0,5; 1; 1,5 и т.д. раз в длину лопатки, что мы отчетливо видим на визуализации колебаний (рис. 2).

Кроме теоретического способа определения собственных частот имеется возможность определения собственных частот экспериментально. Для экспериментального определения собственных частот использовался модальный анализ. Модальный анализ отличается быстротой выполнения и малым количеством аппаратуры. Для проведения анализа необходимо однократное воздействие на объект, после чего снимаются сигналы входного и выходного воздействия и обработкой сигналов определяют собственные частоты конструкции.

Модальный анализ является исследованием, учитывающим отклик системы на возмущение на эту систему. Основой модального анализа является получение передаточных функций как отношения входного сигнала к выходному. В качестве входного сигнала может являться известное возбуж-

дение импульсного или частотного нагружения. Импульсное нагружение позволяет определить характеристики без учета частоты входного сигнала [5].

$$G(i\omega) = \frac{E_y(i\omega)}{E_x(i\omega)},$$

где $E_y(i\omega)$ и $E_x(i\omega)$ – энергетические спектры результирующего перемещения и нагружающего воздействия.

При воздействии нагрузки с определенной частотой необходимо производить серию опытов, учитывающих влияние воздействия от частоты. Характеристики, полученные при частотном нагружении, учитывают длительность нагрузки.

$$G(i\omega) = \frac{S_y(i\omega)}{S_x(i\omega)} = \frac{\sum E_{iy}(i\omega)}{\sum E_{ix}(i\omega)},$$

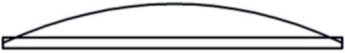
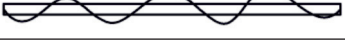
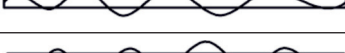
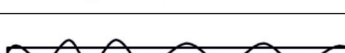
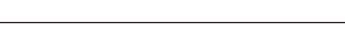
где $S_y(i\omega)$ и $S_x(i\omega)$ – комплексные энергетические спектры результирующего перемещения и нагружающего воздействия.

Методика определения собственных частот с помощью модального анализа заключается в следующем. Объект исследования закрепляется аналогично закреплению в изделии. Турбинные и компрессорные колеса закрепляются на валу, который впоследствии закрепляется в тисках. Ротор и сборочная единица роторной системы устанавливается в подшипники. На объект исследования импульсно воздействуют с помощью ударного молотка AU02.

Ударные молотки AU02 используются при проведении модального анализа различных систем с целью определения их частотных характеристик. Ударный молоток регистрирует импульсное воздействие на предмет исследования. В месте удара устанавливался бесконтактный индуктивный датчик с усилителем. Бесконтактные датчики вибрации не оказывают воздействия на объект исследования. Сигналы от входного и выходного импульсного воздействия регистрируются с помощью аналого-цифрового преобразователя, после чего вычисляют отношение энергетических спектров. Импульсное воздействие позволяет определить действительные спектры собственных частот. На рис. 3 представлена амплитудно-частотная характеристика турбинного колеса, измеренная таким способом.

Для построения и анализа амплитудно-частотных характеристик имеется большое количество программных продуктов. В работе использовалась встроенная программа модального анализа в комплексное программное обеспечение регистрации и анализа сигналов ZetLab.

Первые 10 собственных частот колебания лопатки

№	Вид формы	Собственная частота	Амплитуда, мкм
1 ^я форма		11 132,6	77,78
2 ^я форма		13 602,1	42,30
3 ^я форма		18 971,3	57,27
4 ^я форма		20 331,1	11,39
5 ^я форма		21 039,5	15,25
6 ^я форма		21 582,9	9,27
7 ^я форма		27 775,7	13,39
8 ^я форма		30 497,0	8,36
9 ^я форма		33 344,0	11,46
10 ^я форма		35 323,8	7,65

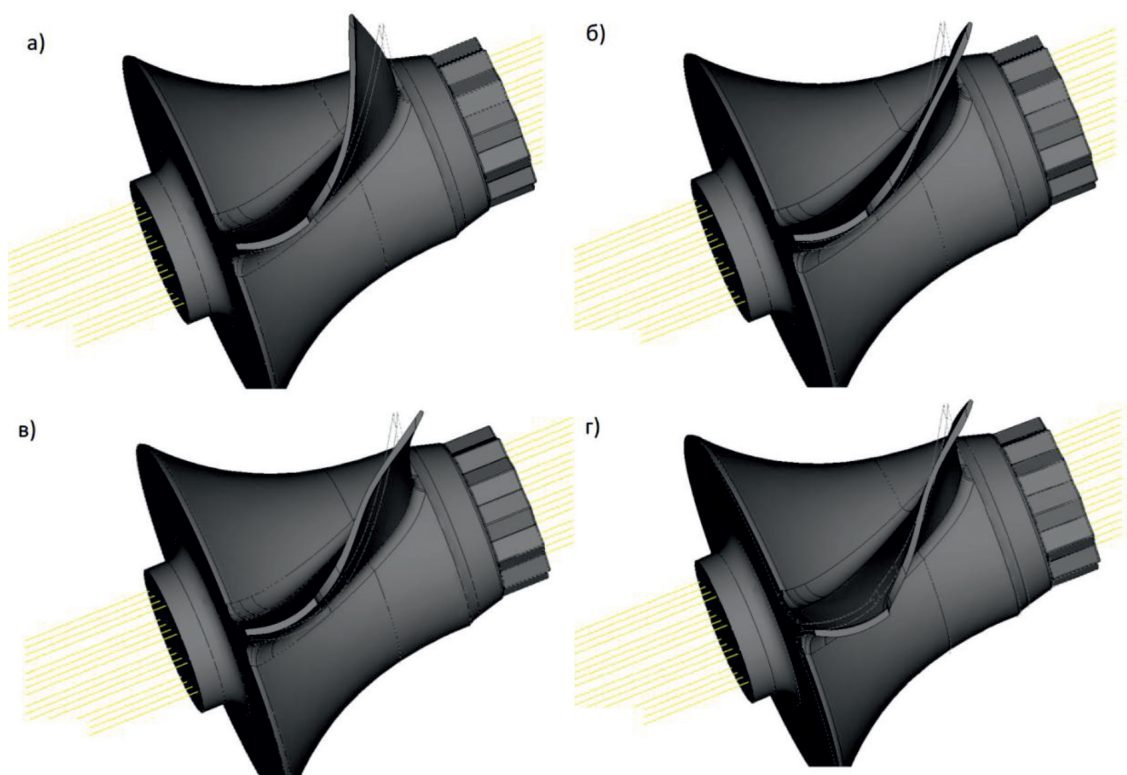


Рис. 2. Первая а), вторая б), третья в) и четвертая г) собственные частоты колебаний лопаток турбины

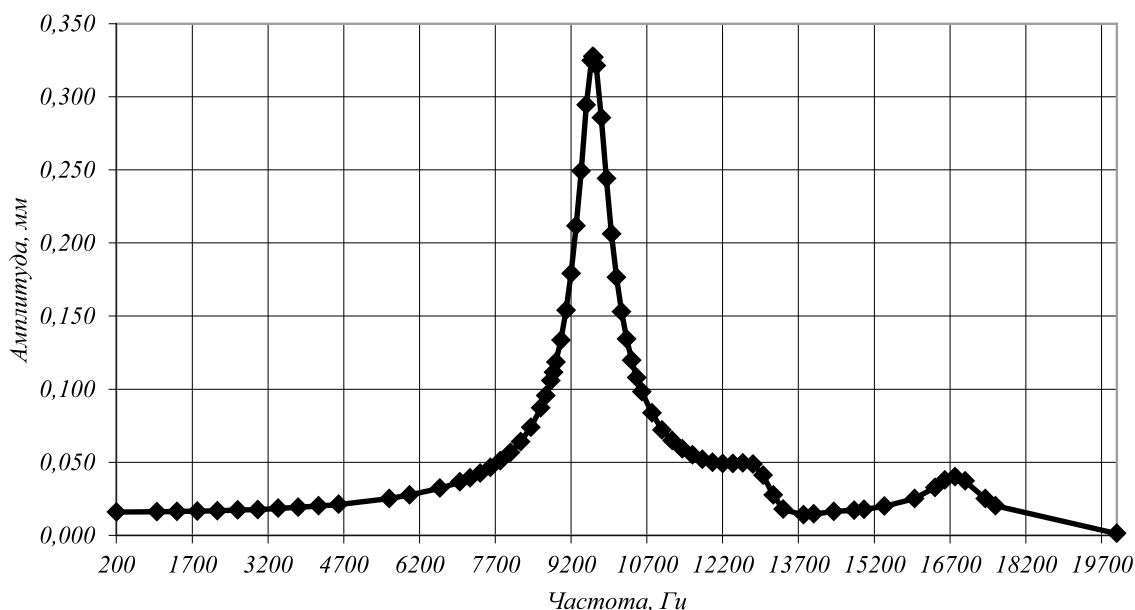


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика турбинного колеса, полученная с помощью модального анализа

Результаты исследования и их обсуждение

На спектре амплитудно-частотной характеристики, полученной с помощью модального анализа, можно увидеть, что первая собственная частота смещается в более низкие частоты. Такие смещения объясняются тем, что материальные объекты изготавливаются с отклонениями размеров и форм. Экспериментальные исследования вибрационного состояния представляют более точные результаты исследования. Следующие частотные характеристики имеют значительно меньшую амплитуду по сравнению с первой.

Полученные результаты частот собственных колебаний показывают, что значения собственных частот колебаний находятся далеко за пределами частот и частота вращения никак не может служить причиной автоколебаний. Однако если мы умножим частоту вращения на количество лопастей, то получим частоту импульсов давления уходящих газов на турбинное колесо. При частоте вращения 200 000 об/мин частота импульсов достигает более 33 кГц, что позволяет достигать на турбокомпрессоре первых десяти собственных частот колебания. Опыт исследования вибрационного состояния турбокомпрессоров позволяет заявлять, что конструкция турбокомпрессора, а именно вид входного сопла турбинного колеса,

не дает образовываться частотам вибрации от пульсации давления уходящих газов.

Источниками вибрации являются и внешние факторы, например нестабильность смазочного слоя, пульсация воздуха, работа двигателя, насосов и др., поэтому помимо определения собственных частот колебания роторной системы на этапе проектирования и изготовления, необходимо определять источники внешних вибраций. На этапе проектирования это возможно с помощью анализа работы механизма, а на этапе производства – на стенде безмоторных испытаний.

Выводы

Вибрационный анализ турбокомпрессора должен включать: определение диапазона собственных частот моделей в диапазоне допусков размера с помощью пакетов программ инженерного анализа на этапе конструирования, определение собственных частот с помощью модального анализа на этапе опытного производства, диагностика вибрационного состояния на этапе серийного производства и отработка конструкции на снижение вибрации на различных режимах работы.

Список литературы

1. Каминский Р.В., Ковальцов И.В., Костюков Е.А., Сибираков С.В., Филиппов А.С. Виброметрирование тур-

бокомпрессора дизеля сельскохозяйственного назначения // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 5. С. 47–55.

2. Smirnov A.V., Kosmynin A.V., Khvostikov A.S., Shchetinin V.S., Ivanova N.A. Problems of the operation of turbocompressors in an internal combustion engine and methods of increasing their reliability. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. 2016. V. 45. № 2. P. 152–155.

3. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В., Лазарев А.В., Корнеев С.А., Григоров И.Н., Костюков Е.А., Шаранов В.С., Филиппов А.С., Сергеев А.С., Гусак А.А. Стенд для испытания турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Патент на полезную модель

RU 138285 U1, 10.03.2014. Патентообладатель ЗАО НПО «Турботехника». 2014 Бюл № 14.

4. Купина П.С., Бунякин А.В. Математическое моделирование спектра вибрации механического модуля турбокомпрессора методом слабого резонанса // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2003. № 2 (122). С. 23–26.

5. Юсупов Н.Д. Определение динамической характеристики токарно-револьверного станка с помощью модального анализа // Известия Челябинского научного центра. 2004. № 2 (23). С. 111–116.

УДК 62-523.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВНЕШНИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Худяков К.В., Хилько П.Р., Крамер И.А.

*Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет», Волжский, e-mail: kvk_2002@mail.ru*

Конструкция подшипников качения в настоящее время не претерпевает значительных изменений, но в технологию изготовления их деталей, таких как наружное и внутреннее кольца, проникают новые операции, существенно отличающиеся от традиционного шлифования. Рассматривается операция чистовой обработки внешнего кольца. Замена традиционного шлифования тонким точением имеет смысл, так как присутствуют экологические и технологические преимущества. В первую очередь не нужна смазывающе-охлаждающая жидкость. Но реализация тонкого точения также имеет смысл, только если используется оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ), поскольку контролировать сравнительно небольшую глубину резания легче автоматически. Важной частью числового программного управления являются управляющие программы (G-код), правильное написание которых позволяет не только повысить точность, качество и сократить время обработки, но и почти полностью исключить брак. При создании управляющих программ для станков с ЧПУ существует целый ряд проблем, среди которых: неправильное движение по обрабатываемому контуру, невозможность определить при прогоне программы на станке, с чем связана ошибка, и другие. Эти проблемы могут привести к поломке инструмента и повреждению механизмов. Для их решения производители систем ЧПУ создают образы реальных систем – симуляторы (эмуляторы). Целью работы был выбор наиболее удобного симулятора. Сравнение программ-симуляторов проводилось на уже написанной управляющей программе с использованием распространенных G-кодов по ГОСТ 20999-83, совместимых с большинством существующих систем ЧПУ. Главным критерием было выбрано время отработки управляющей программы внутри симулятора, чем меньше, тем предпочтительнее. Удобство пользовательского интерфейса не оценивалось, так как субъективно. Были выбраны следующие симуляторы: SinuTrain от компании Siemens, Mach3 от компании ArtSoft, HEIDENHAIN ITNC 530 от компании HEIDENHAIN и SSCNC Simulator от компании Nanjing Swan Software Technology Company. Методика исследования симуляторов и численные результаты приведены в статье.

Ключевые слова: станки с ЧПУ, управляющая программа, подшипник качения, симулятор, внешнее кольцо подшипника

THE STUDY OF OPTIMIZATION OPPORTUNITIES FOR CONTROL PROGRAMS FOR CNC MACHINES IN THE PROCESSING OF OUTER RINGS OF ROLLER BEARINGS

Khudyakov K.V., Khilko P.R., Kramer I.A.

*Volzhsy Polytechnical Institute (branch) of Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education Volgograd State Technical University, Volzhsky, e-mail: kvk_2002@mail.ru*

The design of bearings does not change significantly today, but the technology of manufacturing outer and inner rings of bearings is changing by replacing the traditional grinding with fine turning, as there are environmental and technological advantages. First of all, no coolant is needed. The implementation of fine turning makes sense only if the equipment have the computer numerical control (CNC), since it is easier to control a small cutting depth. An important part of CNC is control program (G-code), the correct spelling of which allows not only to increase accuracy, quality and reduce processing time, but also to eliminate defects. When creating control programs for CNC machines, there are a number of problems among which are: incorrect movement along the machined contour, inability to determine what the error is related to when running the program on the machine and others. To solve them, manufacturers of CNC systems create the simulators of real systems. The goal of the work was to choose the most convenient simulator. Comparison of simulation programs was carried out on an already written control program using common G-codes, compatible with most existing CNC systems. The main criterion was chosen the time of working out the control program inside the simulator, the less, the more preferable. The following simulators were selected: SinuTrain from Siemens, Mach3 from ArtSoft, HEIDENHAIN ITNC 530 from HEIDENHAIN and SSCNC Simulator from Nanjing Swan Software Technology Company. The methodology of the study of simulators and numerical results are given in the article.

Keywords: CNC machines, control program, roller bearing, simulator, outer ring of bearing

В настоящее время системы числового программного управления (ЧПУ) практически вытесняют другие типы систем управления станками в машиностроении. На рынке существует огромное множество различных моделей устройств ЧПУ со все-

возможными функциональными характеристиками [1, с. 218]. Использование станков с ЧПУ позволяет существенно сократить время на обработку заготовок, повысить их качество, при правильном создании управляющей программы – практически полно-

стью исключить брак, а также снизить себестоимость продукции.

Одной из производственных задач, решаемых в рамках данного исследования, является составление управляющих программ для ЧПУ в производстве подшипников качения. Несмотря на стремительное развитие техники, ее усложнения и совершенствования, подшипники не сильно поменялись в своей конструкции и предназначении, однако увеличивается их номенклатура; также существует научно-производственная потребность в изготовлении экспериментальных подшипников, причем прогрессивными методами. Создание и верификация управляющих программ для ЧПУ однозначно относится к таковым. Так как современные машиностроительные производства все чаще используют для обработки станки с ЧПУ, то улучшение способов написания управляющих программ для ЧПУ и их верификация представляют собой вклад в оптимизацию самой технологии производства.

Управляющие программы являются неотъемлемой частью числового программно-го управления, контролируя алгоритм движения станка. Несмотря на то, что почти все современные системы ЧПУ-системы обладают достаточной производительностью аппаратной части, добиться максимальной эффективности управляющей программы, а также безошибочно ее составить – очень нелегкая задача.

Исследование проводилось в Волжском политехническом институте (филиале) Волгоградского государственного технического университета. Целью было подобрать подходящую систему управления для станков с ЧПУ, парк которых планировалось обновлять. Система управления помимо реализации технологических удобств должна была быть достаточно понятной для освоения неподготовленными студентами, вопрос стоимости также учитывался. Прежде чем допускать студентов к реальным станкам с ЧПУ, следует обучить их работе с управляющей программой станка при помощи симуляторов – виртуальных ЧПУ. Для решения этой проблемы были подобраны и исследованы некоторые из них.

Материалы и методы исследования

Подход к созданию управляющих программ для ЧПУ плавно мигрирует от ручного метода, особенно актуального для простых технологичных деталей, к автоматизированному их составлению с помощью постпроцессоров, для которых необходимым источником являются трехмерные модели, созданные в CAD/CAM-системах.

Основное преимущество автоматизированного подхода заключается в освобождении разработчика от выполнения трудоемких математических расчетов, а также в возможности ускорить составление и верификацию управляющей программы [2, с. 76]. Также немаловажным является то, что молодое поколение инженеров склонно к построению трехмерных моделей и сборок, но им еще недоступно знание тонкостей технологии производства. Создание чертежа или 3D-модели деталей, которые впоследствии экспортируются в САМ-систему, где просчитываются режимы обработки, выбирается обрабатывающий инструмент, определяются траектория его перемещения и подлежащие обработке поверхности, представляется студентам машиностроительных направлений самым логичным и правильным [3].

Следует упомянуть, что от инженерной САМ-системы требуется наличие инструментария на проверку управляющих программ на разрезы и столкновения. Это позволяет значительно упростить внедрение управляющей программы на станке и, что так же важно, уменьшит шанс поломки оборудования, следовательно, его простоя [4, с. 70].

Существует целый ряд проблем, связанных с разработкой управляющих программ, как-то: неконгруэнтность G и M функций и замкнутых контуров; неправильное движение по обрабатываемому контуру, что приводит к поломке инструмента и повреждению механизмов дорогостоящего станка; невозможность определить при прогоне программы на станке, с чем связана ошибка [5, с. 54]. Здесь отметим, что создание управляющей программы непосредственно на стойке станка с ЧПУ в современных реалиях неэффективно и применяется крайне редко сразу по нескольким причинам: ввод на стойке ЧПУ не так эргономичен, как на клавиатуре персонального компьютера; программное обеспечение ограничено небольшим количеством базовых операций; временные задержки в работе оператора и оборудования, так как ввод вручную занимает время [6, с. 56].

Для решения представленных выше проблем ведущие фирмы – производители систем ЧПУ создают образы реальных систем, так называемые виртуальные ЧПУ, которые часто называют эмуляторами (симуляторами). Они устанавливаются на персональный компьютер и позволяют составлять управляющие программы, осуществлять их отработку в 2D и 3D формате с целью выявления ошибок и последующей коррекции управляющей программы. При внимательной проверке в симуляторах удается выявить от 90 до 100% ошибок [5, с. 55].

Важным критерием управляющих программ, помимо отсутствия в ней ошибок, является ее качество. Для изготовления качественной детали за минимальное время и обеспечения оптимальных условий обработки, управляющая программа, сгенерированная в САМ-системе, должна отвечать следующим требованиям:

- 1) формат управляющей программы должен соответствовать конкретному оборудованию;
- 2) управляющая программа должна быть целостной, содержать всю информацию, необходимую для обработки детали;
- 3) управляющая программа не должна содержать лишних команд и команд, которые не поддерживает данная система ЧПУ;
- 4) управляющая программа должна соответствовать технологическому процессу обработки детали;
- 5) управляющая программа должна исключать возможности зарезов и недоработок детали;
- 6) режимы резания должны обеспечивать ресурс режущего инструмента, заданную точность, шероховатость;
- 7) управляющая программа должна содержать минимальную величину рабочих и холостых перемещений;
- 8) внедряться управляющая программа должна с минимумом доработки.

Добавим, что управляющая программа является частью технологического процесса и разрабатывается на определенную технологическую операцию. Следовательно, разработка управляющей программы основывается на технологическом процессе изготовления детали и полностью ему соответствует [6, с. 66].

Результаты исследования и их обсуждение

Следует упомянуть, что в качестве операции обработки внешних колец подшипников закладывается тонкое точение, а не общепринятое шлифование. Предпосылка к переходу на тонкое точение достаточное количество, и некоторые из них обозначим ниже.

Во-первых, шлифовальные операции проводятся с использованием смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), что относит их к категории экологически вредных производств. Во-вторых, с целью повышения производительности и снижения себестоимости продукции предприятия используют технологию «сухой» и твердой лезвийной обработки металлов, частным случаем которой является твердое точение [7, с. 70]. В-третьих, замена шлифования тонким точением выгоднее, так как тонкое точение

на 30–50% экономичнее шлифования: объем снимаемого материала снижается в 2–3 раза, стоимость токарного станка повышенной точности ниже стоимости аналогичного шлифовального станка в 3–5 раз, а затраты на инструмент не возрастают [8, с. 17].

Так как целью этого исследования поставлено сокращение трудозатрат при создании управляющих программ для ЧПУ и, в применении к конкретному производственному процессу, повышение производительности обработки внешних колец подшипников, одним из главных критериев будет время, затраченное на симуляцию процесса обработки.

При условии, что симуляция будет производиться на персональном компьютере одинаковой конфигурации, мы получаем однофакторный эксперимент, где для одного и того же текста программы (совокупности G-кодов и M-кодов) измеряем время работы симуляторов. Собственно время, затраченное на визуализацию (выполнение программой поставленной задачи) измеряем по загрузке процессора. Во время работы симулятора процессор нагружается практически до 100%, когда же нагрузка процессора падает до значений близких к нулю, можем считать, что программа выполнила расчет.

Учитываем также и тот факт, что обработка наружного кольца подшипника по известной геометрии дает нам немного вариантов для текста программы, но модификация этой геометрии при проектировании экспериментальных подшипников может дать неожиданные результаты (слишком долго работающий симулятор), поэтому следует заранее, на сравнительно простых примерах, уже реализованных в производстве, понять, какой из них лучший для поставленных целей.

Определившись с текстом управляющей программы, далее необходимо выбрать симулятор, в котором будет производиться исследование. Основными и более известными видами симуляторов являются SinuTrain от компании Siemens, Mach3 от компании ArtSoft, HEIDENHAIN ITNC 530 от компании HEIDENHAIN и SSCNC Simulator от компании Nanjing Swan Software Technology Company. Все симуляторы работали под управлением операционной системы Windows.

И, наконец, получаем следующий алгоритм действий: 1) выбираем подшипник для обработки его внешнего кольца; 2) на основе геометрии внешнего кольца формируем текст управляющей программы; 3) загружаем управляющую программу в выбранные симуляторы; 4) проводим эксперимент, измеряя количество времени, затраченного на симуляцию обработки.

Исследование проводилось на персональном компьютере со следующими характеристиками:

Процессор: Intel(R) Pentium (R) CPU N3540, тактовая частота 2,16 ГГц;

Материнская плата: Packard Bell EG70_BM;

Оперативная память: 4 ГБ DDR3;

Видеокарта: Nvidia GeForce 820M (2 ГБ DDR3), разрешение дисплея 1600x900, частота обновления 69 Гц;

Жесткий диск: Hitachi HTS547575A9384

Операционная система: Windows 8.1 для одного языка, 64-разрядная.

Для исследования применялся текст программы тонкого точения наружного кольца подшипника 6-256008E1, следующего содержания:

%

№ 10G17G53G95S800T01M104M141

№ 20G0X-36.68Z46M119

№ 30G1X-36.68Z33.5 F0.1

№ 40G3X-31.5Z26.895 R6.5

№ 50G1X-31Z26.895

№ 60G0X0Z80M119

№ 70S1000M104M141

№ 80G0X-36.3Z46M119

№ 90G1X-36.3Z40 F0.05

№ 100G1X-36.235Z40

№ 110G1X-36.23Z33.495

№ 120G3X-31.5Z26.945 R6.55

№ 130G1X-31Z26.945

№ 140G0X0Z80M119

№ 150M105

%

В выбранных симуляторах проводим тестирование: вводим приведенную выше управляющую программу и замеряем время визуализации обработанной детали (внешнего кольца подшипника). Результаты измерений указаны в таблице.

Трудоемкость эксперимента была подобрана такой, чтобы данные были достаточно репрезентативны, чтобы подвергнуть их минимальной статистической обработке (30 опытов на каждый симулятор) и в то же время затраченный ресурс времени соответствовал важности задачи (оценочная, численно подкрепленная рекомендация для неспециалистов в технологии машиностроения, занимающихся закупками).

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что наименьшее время на визуализацию обработанной детали показывает программа Mach3 от компании ArtSoft, продукты SinuTrain от Siemens. CNC Simulator и HEIDENHAIN 530 затратили на выполнение той же задачи большее количество времени. Оказавшаяся лучше других представленных управляющих программ Mach3 была рекомендована нами руководством Волжского политехнического института, затем приобретшего станок Cutter H, управляемый этой системой.

Испытания симуляторов ЧПУ на одной управляющей программе

№ испытания	Время на визуализацию, с			
	Mach3	SinuTrain	CNC Simulator	HEIDENHAIN 530
1	10,39	11,49	12,95	13,92
2	10,46	12,06	12,78	13,89
3	10,51	11,84	12,51	14,11
4	10,68	11,73	12,66	14,07
5	10,29	12,01	12,91	14,00
6	10,45	12,19	12,48	13,97
7	10,11	11,54	12,54	14,20
8	10,77	11,99	12,69	14,18
9	10,61	11,711	12,83	14,06
10	10,90	11,66	12,79	13,99
11	10,32	11,77	12,98	14,22
12	10,19	11,72	12,91	14,09
13	10,55	11,90	12,74	14,07
14	10,39	11,84	12,85	14,02
15	10,60	12,00	12,82	13,96
...	...	...	...	...
30	10,42	11,97	12,93	14,10
Среднее значение:	10,52	11,82	12,51	14,04
Среднее квадратическое:	0,1907	0,1888	0,1355	0,0949
Медиана:	10,51	11,91	12,82	14,03
Мода:	10,33	11,84	12,93	14,07

В настоящее время продолжают исследования с целью выяснить, какая конфигурация персонального компьютера под применение симулятора Mach 3 (другие также не забыты) окажется наиболее подходящей с целью оценить производительность именно управляющей программы. Слишком быстрое срабатывание не позволит оценить время облета подручными средствами, доступными в учебном процессе. Планируется определить минимальную конфигурацию, при которой Mach 3 будет функционировать с сохранением приемлемой для пользователей производительности.

Список литературы

1. Литвиненко М.П. Анализ систем ЧПУ и разработка алгоритма выбора модели ЧПУ для станка // Россия Молодая – 2015: материалы VII научно-практической конференции молодых ученых (Кемерово, 2015 г.). Кемерово: Изд. Кузбасского государственного технического университета, 2015. С. 218–220.
2. Савина Е.С., Гусев В.Г. Сокращение времени на разработку управляющих программ для станков с ЧПУ на основе САМ-системы ESPRIT // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: материалы международной научно-практической конферен-

ции (Курск, 2016 г.). Курск: Университетская книга, 2016. С. 76–79.

3. Костин П.Н. Разработка в САМ-системе PowerMILL управляющей программы для изготовления фасонного резца на фрезерном станке с числовым программным управлением // Молодежный вестник ИрГТУ. 2017. № 3 (27). [Электронный ресурс]. URL: <http://mvestnik.istu.irk.ru/journals/2017/03/start> (дата обращения: 11.06.2020).

4. Северцов А.А. Моделирование и оптимизация управляющих программ для токарных станков с ЧПУ в современных САМ-системах // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2017. № 3 (42). С. 69–74.

5. Лисун А.Е. Применение виртуальных систем ЧПУ для написания и тестирования управляющих программ для станков с ЧПУ // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы международной научно-практической конференции (Минск, 21 сентября 2017 г.). Минск: Мир науки, 2017. С. 54–59.

6. Исламов М.Р., Белкина Д.И. Анализ и оценка качества управляющих программ для станков с ЧПУ // World Science: Problems and Innovations: материалы XXVIII международной научно-практической конференции (Пенза, 30 мая 2017 г.). Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 65–69.

7. Евстифеев В.В., Корытов М.С. Обработка материалов резанием: методы, станки, инструменты: учебное пособие. Омск: СибАДИ, 2012. 76 с.

8. Вереина Л.И. Направления развития современного станкостроения // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. 2018. № 1. С. 10–18.

ОБЗОРЫ

УДК 62-1:62-5:62-9:629.33

НАУЧНЫЙ ОБЗОР РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ СРЕДСТВ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ОСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

¹Литвинов А.В., ¹Князев К.С., ¹Личман А.В., ¹Колобашкин А.В.,

¹Корыц С.И., ¹Бокова И.Б., ²Чичин С.В.

¹ФГКОУ ВО Омская академия МВД России, Омск, e-mail: oma@mvd.ru;

²Филиал ФГКВОВ ВО ВА МТО им. Генерала армии А.В. Хрулева, Омск, e-mail: otiiu@mil.ru

Статья посвящена обзору разработок в области средств принудительной остановки транспорта. Актуальность темы обусловлена повышенной степенью опасности, создаваемой в процессе преследования транспортного средства правонарушителя. Среди большого разнообразия применяемых способов остановки транспортных средств все же имеются ряд недостатков, которые отражаются на эффективности процесса остановки. Некоторые из применяемых средств принудительной остановки транспорта, состоящие на вооружении в органах Внутренних дел, морально и физически устарели, что, безусловно, требует особого внимания и подхода к указанной проблеме. На основании проведенного обзора предложена классификация средств принудительной остановки транспорта по видам базирования, типу применяемых устройств, характеру и способам воздействия на останавливаемое транспортное средство. Авторами отмечается, что, помимо состоящих на вооружении органов внутренних дел Российской Федерации средств принудительной остановки транспорта, принцип работы которых основан на прокалывании шин преследуемых транспортных средств, существует достаточно большой объем устройств, основанных на новых принципах. Рассмотренные в научном обзоре разработки могут дополнить функциональные особенности существующих, повышая в целом эффективность процесса остановки транспортного средства правонарушителя, и заменить их, представляя достойную альтернативу. В результате исследования авторами внесены предложения по повышению эффективности применения средств принудительной остановки транспорта, по комплектованию территориальных органов внутренних дел соответствующими устройствами, осуществлению контроля и диагностики качества производства и использования указанных средств.

Ключевые слова: научный обзор, принудительная остановка, средства принудительной остановки транспорта, классификация, предложения, повышения эффективности, контроль

SCIENTIFIC REVIEW OF DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF MEANS OF FORCED STOPPING OF VEHICLES

¹Litvinov A.V., ¹Knyazev K.S., ¹Lichman A.V., ¹Kolobashkin A.V.,

¹Koritz S.I., ¹Bokova I.B., ²Chichin S.V.

¹Federal State State Educational Institution of Higher Education Omsk Academy of the Ministry
of Internal Affairs of the Russian Federation, Omsk, e-mail: oma@mvd.ru;

²Branch of the Federal State Military Educational Institution Higher Education VA MTO
im. General of the army A.V. Khrulev, Omsk, e-mail: otiiu@mil.ru

The article is devoted to the review of developments in the field of means of forced stopping of transport. The relevance of the topic is due to the increased degree of danger created during the pursuit of the offender's vehicle. Among the wide variety of methods used to stop vehicles, there are still a number of disadvantages that affect the effectiveness of the stopping process. Some of the used means of forced stopping of transport, which are in service with the internal Affairs bodies, are morally and physically outdated, which, of course, requires special attention and approach to this problem. Based on the review, a classification of means of forced stopping of transport by type of basing, the type of devices used, the nature and methods of influence on the stopped vehicle is proposed. The authors note that in addition to the armed forces of the internal Affairs bodies of the Russian Federation means of forced stopping of transport, the principle of which is based on puncturing the tires of the pursued vehicles, there is a fairly large volume of devices based on new principles. The developments considered in the scientific review can complement the functional features of existing ones, increasing the overall efficiency of the process of stopping the offender's vehicle, and replace them, presenting a worthy alternative. As a result of the research, the authors made proposals to improve the effectiveness of the use of means of forced transport stopping, to equip the territorial bodies of internal Affairs with appropriate devices, to monitor and diagnose the quality of production and use of these means.

Keywords: scientific review, forced stop, means of forced stop of transport, classification, suggestions, efficiency improvements, control

Проблема выполнения остановки транспортного средства, водитель которого отказывается выполнить законные требования сотрудника полиции, и по сей день является во всех отношениях весьма острой, требу-

ющей системного подхода в части выбора способа остановки транспортного средства при безусловном обеспечении безопасности лиц, принимающих участие в дорожном движении. К способам, применяемым

для принудительной остановки транспорта, относятся размещение на проезжей части специальных переносных устройств («ЕЖ», «Диана» и т.д.) и стационарных устройств на постах ДПС; блокирование патрульными автомобилями и автомобилями, принадлежащими гражданам; размещение на проезжей части подручных средств; применение огнестрельного оружия [1].

Статистика применения способа принудительной остановки транспортного средства путем контактного взаимодействия с транспортным средством нарушителя,двигающимся на большой скорости, свидетельствует о высокой степени травматизма участников дорожного движения в результате преследования [2]. Применение огнестрельного оружия для остановки транспортного средства нарушителя, представляющего опасность для окружающих водителей, пассажиров и пешеходов, является наиболее опасным и рискованным способом, о чем свидетельствует большое количество резонансных случаев, при которых вместо движущей части автомобиля пули поражали лиц, находящихся в транспортном средстве. Кроме того, практика использования огнестрельного оружия для принудительной остановки транспорта свидетельствует о сложности его эффективного применения – число попаданий по ходовой части автомобиля не превышает 10 % [3].

Известные устройства принудительной остановки транспорта, состоящие на вооружении органов внутренних дел Российской Федерации [4], имеют ряд недостатков, которые могут ограничивать их применение в зависимости от типа и конфигурации дорожного покрытия, времени приведения их в готовность (вес, сложность устройства и необходимость приведения в готовность двумя и более сотрудниками), могут повлечь потерю управления автомобилем, эффективность применения (в ряде случаев автомобиль продолжает движение).

Цель исследования: выполнение научного обзора разработок в области средств

принудительной остановки транспорта для выявления современных методов и способов реализации принудительной остановки транспорта с учетом особенностей их применения в различных условиях, а также разработка классификации средств принудительной остановки транспорта, способствующей реализации их выбора в зависимости от вида базирования, типа, характера и способа воздействия на останавливаемое транспортное средство с внесением предложений по повышению эффективности использования указанных средств.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили научные статьи и пособия в области обеспечения личной безопасности сотрудниками органов внутренних дел, патенты на полезные модели и изобретения по направлению реализации принудительной остановки транспорта.

В качестве методов исследования применялись следующие: методы анализа, абстрагирования, индукции и дедукции, аналогии, системный подход.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведения научного обзора авторами выполнена классификация известных средств принудительной остановки транспорта по следующим признакам: видам базирования, типам применяемых устройств, характеру и способам воздействия на преследуемое транспортное средство.

Наиболее простой и наглядной классификацией является распределение средств принудительной остановки транспорта по видам базирования (рис. 1).

Детально рассмотрим составляющие классификации средств принудительной остановки транспорта по видам базирования. При этом во внимание будем принимать средства принудительной остановки транспорта, отличные от применяемых в органах внутренних дел Российской Федерации.

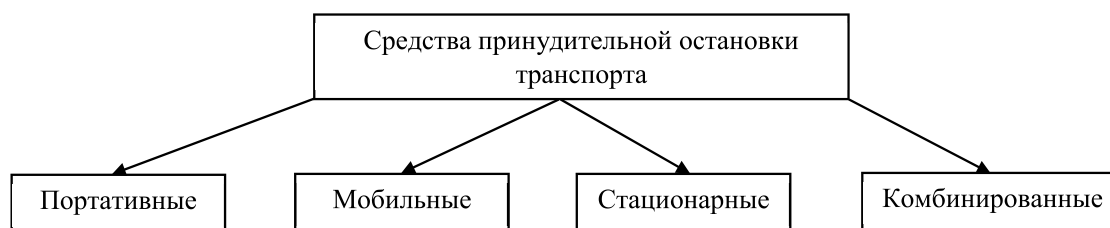


Рис. 1. Классификация средств принудительной остановки транспорта по видам базирования

Портативные средства принудительной остановки транспорта

Общая особенность подобных устройств заключается в наличии шипов, расположенных вертикально или под определенным углом. Так, одно из устройств для удобства его перемещения выполнено из гибкого материала [5], в сложенном состоянии представляет собой рулон по аналогии с известными средствами принудительной остановки транспорта, например «Лиана 6000» [4], имеет прокалывающие элементы и обеспечивает обязательную, хотя и не мгновенную, остановку транспортного средства. Отличие заключается в дополнительном блокировании пары колес по ходу движения автомобиля. Другое устройство по аналогии с вышеперечисленными также обеспечивает прокалывание шипами колес транспортного средства [6], однако конструктивно выполнено по схеме пантографа, что обеспечивает компактность конструкции, а также быстрдействие устройства при приведении в рабочее состояние. Указанные устройства имеют очень важное свойство – работоспособность в условиях асфальтового и грунтового покрытия дорожного полотна. Подобные устройства для принудительной остановки транспорта могут иметь аналогичную конструкцию, размещаться поперек дорожной полосы, выполняться по другим схемам, например в виде параллелограмма [7] или в виде цепи или ленты с закрепленными шипами [8, 9], и предусматривают последующую доработку с целью автоматизации процесса установки [10]. Интересным может быть применение в качестве портативного средства принудительной остановки транспортного средства изобретения [11], хотя и предназначенного для собственной безопасности водителя и пассажиров транспортного средства, на котором это устройство установлено, однако, по нашему мнению, идея очень интересная, и отдельно или в совокупности с вышеперечисленными устройствами оно могло бы повысить эффективность и безопасность процесса остановки.

Мобильные средства принудительной остановки транспорта

Общими особенностями мобильных устройств являются возможность их перемещения совместно с преследующим патрульным автомобилем и дистанционное воздействие на автомобиль, который должен быть подвергнут принудительной остановке. Особое место в этих системах занимает механическое устройство принудительной остановки транспортного сред-

ства, представляющее собой гибкий трос с двумя метательными грузами для захвата заднего колеса и его блокирования, либо имеющий множество сегментов, шарнирно связанных с расположенными между грузами шипами [12].

Большинство мобильных устройств выполнено по принципу электромеханического или электромагнитного воздействия на транспортное средство правонарушителя. Так, одно из устройств электромеханического воздействия основано на производстве выстрела элемента, например арбалетом [13], с целью размещения и закрепления на преследуемом транспортном средстве и обеспечения электрической связи источника и приемника (автомобиля) с последующим воздействием на систему зажигания транспортного средства. Другое устройство воздействует на топливную систему, в которой расположен приемник, назначение которого – получение сигнала от устройства, находящегося в патрульном автомобиле [14]. Аналогичны по принципу работы «генератор – приемник» устройства, основанные на приведении в рабочее состояние тормозной системы и связанной с ней системы курсовой устойчивости [15], и следящие системы с GSM-приемопередатчиками, связанными с блоком управления системой транспортного средства [16].

Стационарные средства принудительной остановки транспорта

К таким устройствам могут быть отнесены различные ворота, шлагбаумы, балки с вмонтированными в основания прокалывающими и режущими элементами, тросовые устройства, системы-ловушки и т.д. В качестве примера ворот, используемых для принудительной остановки транспортного средства без существенного повреждения в случае попытки несанкционированного доступа на охраняемую территорию, стоит привести устройство [17], которое с помощью датчиков дистанционно определяет скорость и вес транспортного средства с целью контроля усилия, воздействующего на останавливаемое транспортное средство. Устройство, указанное в [18], также действует без существенного повреждения транспортного средства с учетом блокирования движения в направлении охраняемой территории в совокупности с эффектом отбрасывания транспортного средства в противоположном направлении за счет демпфирующих элементов. По аналогии с портативными устройствами, которые обеспечивают прокалывание шин транспортного средства, выполнена установ-

ка, вмонтированная в бетонное основание с расположенным на валу зубцом в форме сапожка [19]; без эффекта прокалывания шин выполнено устройство, описанное в [20, 21]. К устройствам, обеспечивающим значительную деформацию транспортного средства при столкновении с ними, относятся заградительные элементы, например с шипами, позволяющими прокалывать шины с одновременным эффектом блокирования движения транспортного средства в попутном направлении [22], или без шипов, выполненные по принципу барьеров шлагбаумного типа [23, 24]. Достаточно интересным является решение по применению заранее подготовленной водонепроницаемой емкости с дисперсным материалом, при необходимости принудительной остановки транспорта взаимодействующим с системой, обеспечивающей подачу воды [25]. В заключение стоит привести устройство, выполненное по типу «шипованный лежащий полицейский» [26], приводимое в рабочее состояние дистанционно: сигнал, поступающий на устройство, по-

зволяет привести в работу шипы, выступающие на искусственной неровности.

Комбинированные средства принудительной остановки транспорта

К таким устройствам относятся мобильные шлагбаумы, которые обеспечивают блокирование движения транспортных средств в определенных направлениях и в отличие от стационарных устройств имеют возможность быстрого монтажа на участке регулирования или контроля движения [27].

Таким образом, проведенный обзор средств принудительной остановки транспорта по видам базирования позволяет разработать классификацию средств по типу применяемых устройств для остановки транспортных средств (рис. 2).

При рассмотрении условий базирования транспортных средств и типов применяемых устройств для остановки транспортных средств необходимо акцентировать внимание на классификации устройств по характеру и способам воздействия на останавливаемое транспортное средство (рис. 3).

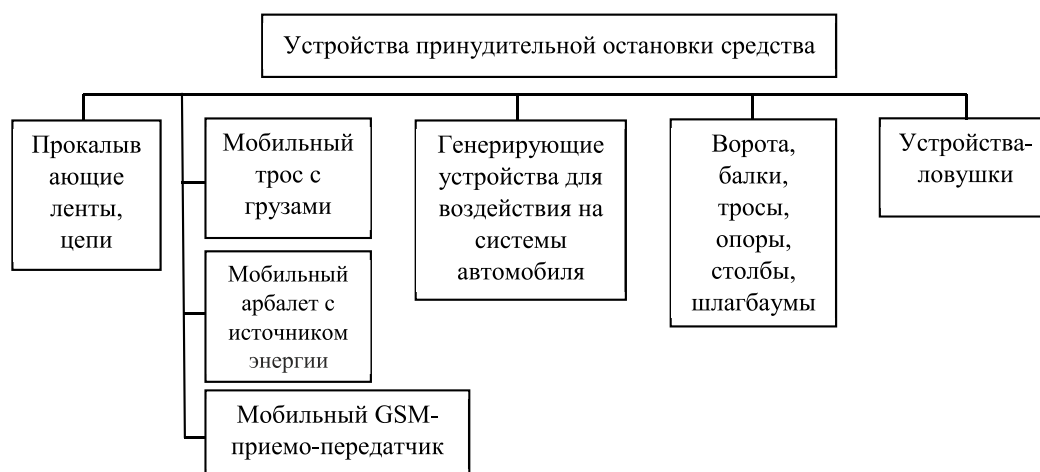


Рис. 2. Классификация средств принудительной остановки транспорта по типу применяемых устройств для остановки транспортных средств

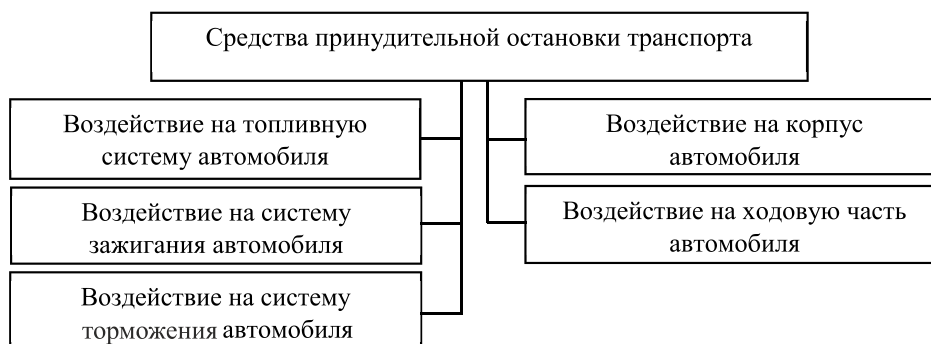


Рис. 3. Классификация устройств принудительной остановки транспорта по характеру и способам воздействия на останавливаемое транспортное средство

Зарубежные средства принудительной остановки транспорта

Анализ зарубежных разработок в области средств принудительной остановки транспорта показал, что проблеме повышения эффективности остановки преследуемого транспортного средства уделяется достаточно большое внимание. Стоит отметить, что приведенные в настоящей работе классификации средств принудительной остановки транспорта справедливы и для зарубежных разработок. При этом акцент при разработке портативных средств принудительной остановки транспорта сделан в пользу устройств, обеспечивающих мгновенность остановки, минимальный ущерб останавливаемому транспортному средству, компактность, надежность и простоту контроля работоспособности [28, 29]. В качестве примера приведем одно из мобильных устройств, представленных в источнике [30]: принцип работы устройства основан на блокировании заднего колес (колес) преследуемого транспортного средства с помощью тросового устройства, закрепленного на патрульном автомобиле. Достаточно много зарубежных разработок запатентовано в области позиционирования и прогнозирования местоположения преследуемого транспортного средства, один из примеров описан в [31].

В результате проведенного научного обзора авторами настоящей статьи предлагается следующее.

1. Комплектование автомобилями, оборудованными мобильными устройствами для принудительной остановки транспорта, и обучение личного состава применению указанных устройств.

2. Разработка методики определения требуемого количества патрульных автомобилей, оборудованных мобильными устройствами для принудительной остановки транспортных средств, в зависимости от статистических данных по преследуемым транспортным средствам, протяженности территории населенного пункта, количества жителей и т.д.

3. Размещение скрытых стационарных устройств для принудительной остановки транспорта. Применение комбинации способов остановки преследуемого транспортного средства должно способствовать повышению эффективности данного процесса.

4. Усиление разработок по определению местоположения преследуемого транспортного средства с возможностью привязки к городской системе управления светофорной сигнализацией (при наличии).

5. Контроль, диагностика и поддержание работоспособности устройств для принудительной остановки транспорта на всех этапах – от производства до фактического применения [32, 33].

Заключение

Разнообразие модификаций средств принудительной остановки транспорта представлено устройствами, принцип работы которых основан на эффекте прокалывания транспортных шин, их достоинства, недостатки и основные разработки рассматривались ранее. Мобильные тросы с грузами, арбалеты с источниками энергии, мобильные GSM-приемопередатчики позволяют осуществить практически мгновенную остановку преследуемого транспортного средства, в отличие от устройств, основанных на эффекте прокалывания транспортных шин. Однако для успешной реализации указанных средств необходимо создание целого ряда условий, таких как: обеспечение высокой надежности и безотказности устройств, надежность размещения на транспортных средствах, высокий профессионализм водителя, управляющего автомобилем, оснащенным устройством для принудительной остановки транспорта, а также навыки применения таких средств. Устройства-ловушки могут быть эффективны при их достаточно быстрой установке, надежности срабатывания; в случае размещения их в стационарном режиме необходимо обеспечивать их скрытую установку, возможность дистанционного контроля за их техническим состоянием. Генерирующие установки, воздействуя на системы автомобиля, могут обеспечивать наряду с мобильными устройствами других видов достаточно быструю и эффективную остановку транспортного средства без его разрушения и потери управления, однако для реализации принудительной остановки таким способом потребуется дооснащение необходимыми электронными приемниками транспортных средств граждан, что может вызвать трудности при реализации такого способа.

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить, что предложения, выдвинутые авторами, основываются на опыте сотрудников правоохранительных органов, действовавших в условиях преследования транспортных средств и применения средств принудительной остановки транспорта. Не вызывает сомнения, что тема остается актуальной и останется такой на долгие годы в связи с развитием технологий не только в правоохранительных органах, но и в криминальных кругах.

Список литературы

1. Тактика действий сотрудников ОВД по задержанию преступников, передвигающихся на автотранспорте: учебное пособие / сост. Д.Б. Кавецкий, А.А. Каримов, А.А. Сысоев. Иркутск: ФГКОУ ВПО ВСИ МВД России, 2015. 48 с.
2. Хакимзянов А.Р. Проблемы обеспечения мер личной безопасности при несении службы сотрудниками Госавтоинспекции // Вестник НЦБЖД. 2017. № 4 (34). С. 112–120.
3. Басатин А.Е. Особенности действий по задержанию вооруженных преступников, передвигающихся на автомобиле // Научный вестник Орловского юридического института МВД России имени В.В. Лукьянова. 2017. № 4 (73). С. 104–106.
4. Кныш В.П., Синева А.Р., Горькушев А.Ю. Мобильные системы принудительной остановки автотранспорта // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 9–10 (75–76). С. 135–140.
5. Манылов О.А. Устройство для принудительной остановки транспортных средств // Патент РФ №153738. Патентообладатель Манылов О.А. 2015. Бюл. № 21.
6. Туккаев П.К. Устройство для принудительной остановки автотранспорта // Патент РФ №2554619. Патентообладатель Туккаев П.К. 2015. Бюл. № 18.
7. Сильников М.В., Сильников Н.М., Панков А.С., Иванов С.Е. Заграждение для автотранспорта // Патент РФ №2677731. Патентообладатель Закрытое акционерное общество «Научно-производственное объединение специальных материалов» (ЗАО «НПО СМ»). 2019. Бюл. № 3.
8. Бездолный Н.И. Устройство для принудительной остановки транспортного средства // Патент РФ №2027824. Патентообладатель Бездолный Н.И. 1995.
9. Зазульский А.А., Дзюба Н.Я., Котенев А.Ю., Капустин Н.А., Сазонов П.Ф., Волков А.С. Устройство для принудительной остановки транспортных средств на пневматических шинах // А.с. 1390289 СССР, МПК Е 01 М 13/00. № 4105974/40-11, заявлено 11.05.86; опубл. 23.04.88; Бюл. № 15. С. 2.
10. Самохвалов В.А. Заградитель для автотранспорта // Патент РФ № 2101659. Патентообладатель Самохвалов В.А. 1998.
11. Юскаев Ю.Ю. Устройство принудительной остановки автомобиля // Патент РФ № 2657160. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет». 2018. Бюл. № 16.
12. Кристл Я.-Мэй, Гудман Майкл К. Средство захвата для остановки преследуемого автомобиля (варианты) и способ спуска задней шины // Патент РФ №2420625. Патентообладатель Кристл Я.-Мэй, Гудман Майкл К. 2011. Бюл. № 16.
13. Таланов Б.П. Способ принудительной остановки транспортного средства // Патент РФ № 2110749. Патентообладатель Таланов Б.П. 1998.
14. Лутов В.Н. Блокирующее устройство в транспортном средстве // Патент РФ № 102569. Патентообладатель Лутов В.Н. 2011. Бюл. № 7.
15. Шереметьев Д.В. Система принудительного управления транспортным средством // Патент РФ № 187287. Патентообладатель Шереметьев Д.В. 2019. Бюл. № 7.
16. Куликов Е.А. Система дистанционной остановки транспортных средств // Патент РФ № 2657143. Патентообладатель Куликов Е.А. 2018. Бюл. № 16.
17. Васильев И.В., Гуськов В.Д., Долбенков В.Г., Зайцев Б.И., Лямин К.А., Чуркин К.Н. Способ принудительной остановки транспортного средства при проезде на охраняемую территорию // Патент РФ № 2407853. Патентообладатель Открытое акционерное общество «Конструкторское бюро специального машиностроения». 2010. Бюл. № 36.
18. Точилин О.Н., Дворецкий С.А., Зайцев Ю.В., Козлов Н.Е. Заградительное устройство // Патент РФ № 2465392. Патентообладатель Федеральное государственное учреждение «12 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации». 2012. Бюл. № 30.
19. Половиткин А.Ю., Гестрин Б.И., Гестрин В.Б. Устройство для принудительной остановки колесного транспортного средства // Патент РФ № 2141550. Патентообладатель Половиткин А.Ю., Гестрин Б.И., Гестрин В.Б. 1999.
20. Валиуллин А.М. Врезной в дорожное полотно противотаранный дорожный блокиратор // Патент РФ № 194993. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ПермЭнергоМаш». 2020. Бюл. № 1.
21. Тарасов Д.А., Большаков Г.С., Васильев И.В., Шаповал О.Л. Противотаранное заграждение // Патент РФ № 191852. Патентообладатель Закрытое акционерное общество «Центр специальных инженерных сооружений научно-исследовательского и конструкторского института радиоэлектронной техники» (ЗАО «ЦесИС НИКИРЭТ»). 2019. Бюл. № 24.
22. Беляев В.В., Болдырев А.П., Гейко О.В., Шумаков И.В. Средство принудительной остановки автомобильного транспорта // Патент РФ № 87007. Патентообладатель Открытое акционерное общество «Конструкторское бюро транспортного машиностроения». 2009. Бюл. № 26.
23. Сильников М.В., Мельников И.А., Бровкин А.В., Панков А.С. Барьер противотаранный шлагбаумного типа // Патент РФ № 2677730. Патентообладатель Закрытое акционерное общество «Научно-производственное объединение специальных материалов» (ЗАО «НПО СМ»). 2019. Бюл. № 3.
24. Белый Д.М., Овсянникова Н.Б., Петрова Т.Е. Шлагбаум // Патент РФ № 129518. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет». 2013. Бюл. № 18.
25. Касьянов А.Е. Устройство для принудительной остановки транспортного средства // Патент РФ № 2229552. Патентообладатель Касьянов А.Е. 2004. Бюл. № 15.
26. Рудич Е.Н., Игнатов Ю.В. Устройство для принудительной остановки или ограничения скорости транспортного средства // Патент РФ № 52870. Патентообладатель Рудич Е.Н., Игнатов Ю.В. 2006. Бюл. № 12.
27. Кожевников А.В. Шлагбаум противотаранный мобильный // Патент РФ № 167964. Патентообладатель Кожевников А.В. 2017. Бюл. № 2.
28. Izutani Toru. Vehicle forced stopping device. International Application No. PCT/JP2018/017111. Applicants Izutani Toru. 2018.
29. Imamura Akihiko, Kawaguchi Hirotsugu, Fukazawa Tatsuya. Vehicle forced stopping device. Application Number 2018030270. Applicants Imamura Akihiko. 2019.
30. Stock Jr. Leonard Charles. Vehicle arresting apparatus. Application Number 12263599. Applicants Stock Jr. Leonard Charles. 2010.
31. Tang Bin, Yang Leng. Chase after car system based on GPS location. Application Number 2018030270. Applicants Beijing chexiao technology C., Ltd. 2018.
32. Tugengol'd A.K., Dimitrov V.P., Borisova L.V., Grankov M.V., Voloshin R.N. Autonomous maintenance of digital equipment. Russian engineering research. 2019. № 6. P. 510–515. DOI: 10.3103/S1068798X19060194.
33. Kholopov V.A., Kashirskaya E.N., Shmeleva A.G., Kurnasov E.V. An intelligent monitoring system for execution of machine engineering processes. Journal of machinery manufacture and reliability. 2019. № 5. P. 464–475. DOI: 10.3103/S1052618819020079.

СТАТЬИ

УДК 372.881.1:378

**ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ
КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**^{1,2}Бганцева И.В., ¹Боженова Н.А., ²Литвинова Е.А.¹ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, e-mail: irina07085@rambler.ru, nataly9403@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: elen-gordienko@yandex.ru

Установлено, что основной специфической особенностью процесса формирования иноязычной коммуникативной компетенции у студентов вузов физической культуры является относительно низкий исходный уровень подготовленности по иностранному языку, что связано с тем, что учебный процесс у спортсменов, обучающихся в средней школе, осуществляется параллельно с интенсивными тренировками. Наблюдается выраженный акцент на спортивных занятиях, что не может не сказываться негативно на уровне подготовленности школьников-абитуриентов, а затем и студентов. Показано, что факторами, затрудняющими обучение иностранному языку, выступают: существенный дефицит качественного времени для самостоятельной деятельности, обусловленный систематическими и весьма времязатратными тренировочными занятиями, регулярным участием в соревнованиях; ярко выраженная дифференциация в мотивации к изучению иностранного языка (её низкий уровень у большинства студентов-спортсменов и относительно высокий уровень у меньшей части студентов, имеющих высокий уровень спортивной квалификации и, следовательно, возможность участвовать в международных спортивных состязаниях); необходимость использования учебного материала в сжатом и обобщенном виде и строго специфического его содержания в соответствии с особенностями приобретаемых навыков в избранной профессии; наличие существенного влияния на процесс иноязычного образования характерных особенностей, присущих той или иной спортивной специализации.

Ключевые слова: иноязычная коммуникативная компетенция, специфика обучения, студенты, вузы физической культуры

**FACTORS DETERMINING SPECIFIC FEATURES OF FORMING
FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE IN STUDENTS
OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF PHYSICAL CULTURE**¹Bgantseva I.V., ²Bozhenova N.A., ³Litvinova E.A.¹Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd,
e-mail: irina07085@rambler.ru, nataly9403@mail.ru;²Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: elen-gordienko@yandex.ru

It has been discovered that the main specific features of the process of forming foreign language communicative competence among students of physical education universities are the relatively low initial level of preparedness in a foreign language, which is due to the fact that the educational process for athletes studying in higher education institutions is carried out in parallel with intensive training, due to which there is an expressed emphasis on sports activities, which can adversely affect the level of preparedness of former high school students-candidates for higher education and then of university students. It is shown that the factors that impede learning a foreign language are a significant shortage of quality time for independent activity, due to systematic and very time-consuming training sessions, regular participation in competitions, an expressed differentiation in motivation to learn a foreign language (its low level in most student athletes and a relatively high level in a smaller part of students with a high level of sports qualification, because of what having an opportunity to participate in international sporting events), the need for teaching material in a concise and summary form and strictly specific in its content in accordance with the features of the acquired skills in their chosen profession, the presence of a significant impact on the process of foreign language education of the characteristics inherent in a particular sports specialization.

Keywords: foreign language communicative competence, specifics of training, students, universities of physical education

Основная цель иноязычного обучения в высшем учебном заведении состоит в формировании высокого уровня владения иностранным языком у студентов, их готовности к общению с зарубежными партнерами, повышению профессионального и личного потенциала на основе формируемых коммуникативных способностей [1–3].

В настоящее время интенсивно разрабатывается проблема иноязычного образова-

ния в нелингвистических вузах [4–6], в том числе и в вузах физической культуры. В ряде исследований рассматриваются различные проблемные стороны изучения иностранных языков студентами вузов спортивного профиля и факультетов физической культуры и спорта университетов [7–9]. Отмечается, что для иноязычного обучения студентов вузов физической культуры характерно наличие существенных трудностей при реализации

речевого общения на иностранном языке как на профессиональные, так и на социально-бытовые темы [10–12]. Кроме того, процесс обучения иностранному языку в вузах и на факультетах физической культуры характеризуется такими объективными факторами, как лимит времени в связи с осуществлением параллельно еще и тренировочного процесса, низкий входной уровень владения иностранным языком, неравнозначный уровень мотивации к обучению у разных студентов [13, 14].

Исходя из этого, крайне важно учитывать специфику иноязычного обучения в таких вузах, необходимо знать основные особенности и четко представлять, какие факторы способствуют высокой эффективности иноязычной коммуникативной подготовки в вузе спортивного профиля, а какие – затрудняют его.

В этой связи целью настоящего исследования явилось выяснение наиболее характерных особенностей процесса развития иноязычной коммуникативной компетенции у студентов вуза физической культуры и основных факторов, определяющих его специфику.

Материалы и методы исследования

Для участия в исследованиях были привлечены 139 студентов ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград, и 10 преподавателей кафедры иностранного языка этого же вуза, имевших средний стаж преподавания иностранного языка 21,2 года.

Для достижения поставленной цели использовался метод анкетирования и опрос всех участников исследования. Основной целью анкетирования студентов явилось выяснение представления обучающихся о наиболее эффективных, с их точки зрения, методах изучения иностранного языка и причинах, определяющих затруднения при изучении иностранного языка. В анкету были включены шесть вопросов, ответы (или несколько ответов) на которые предлагалось выбрать из 3–4 вариантов. При наличии у опрашиваемых особого мнения они могли его указать.

Целью анкетирования преподавателей явилось выяснение их мнения о наиболее продуктивных методах преподавания иностранного языка, видах языковой деятельности и факторах, влияющих на затруднения формирования иноязычной коммуникативной подготовленности. Анкета включала четыре вопроса, ответы на которые должны были выбираться из 3–4 предлагаемых. Кроме того, при опросе пре-

подавателям предлагалось указать наиболее характерные специфические характеристики процесса обучения иностранному языку в вузе спортивного профиля.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из принципа осмысленного усвоения знаний при организации иноязычного обучения, студенты должны иметь представление о цели и задачах аудиторной и самостоятельной деятельности с ориентацией на достижение максимально положительного результата. В этой связи выяснялись мнение студентов о цели обучения иностранному языку в вузе и их представление о «коммуникативной компетенции». Выяснялось мнение студентов о наиболее продуктивных, с их точки зрения, видах учебно-языковой деятельности и формах аудиторной работы, на которых необходимо делать акцент. Кроме того, опрашиваемым студентам предлагалось обозначить причины, затрудняющие повышение уровня иноязычной коммуникативной подготовленности.

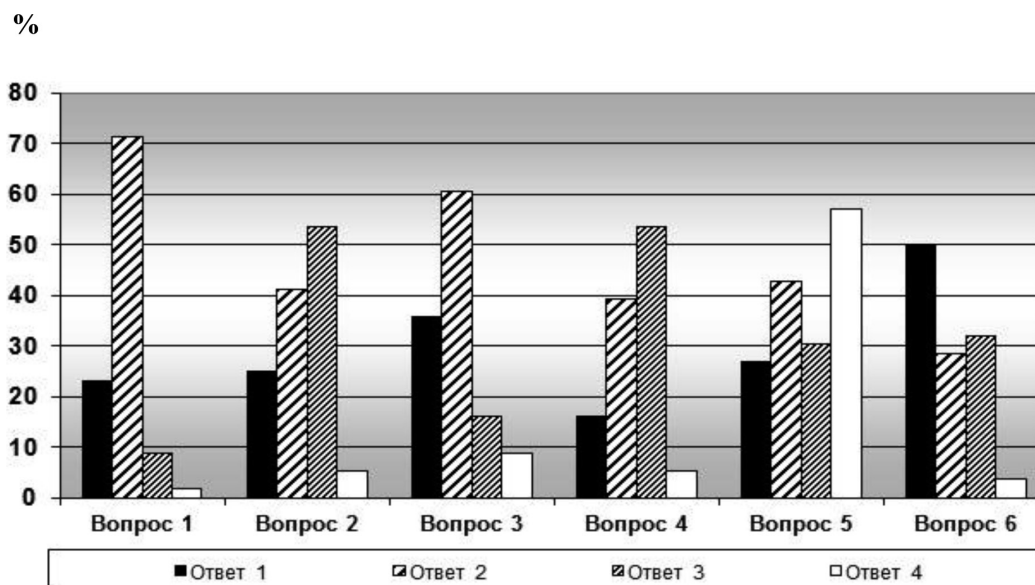
Результаты анкетирования студентов представлены на рис. 1.

Анализ результатов анкетирования показал, что весьма значительная часть опрошенных студентов (71,4%) понимают термин «коммуникативная компетенция» как умение свободно осуществлять иноязычное коммуникативное взаимодействие и обеспечивать достижение существенных результатов в сфере общебытовой и профессиональной коммуникации. Значительно меньшая часть опрошенных студентов (23,2%) с понятием «коммуникативная компетенция» связывают знание грамматических правил и владение существенным объемом лексических единиц как в общебытовом, так и в профессиональном аспектах. Незначительная часть (8,9%) респондентов «коммуникативную компетенцию» представляют себе как способность преодолевать «языковые барьеры» и определенный страх при коммуникации на иностранном языке. Большая часть опрошенных студентов (53,6%), отвечая на вопрос «Какие виды деятельности наиболее всего способствуют развитию иноязычной коммуникативной компетенции?», указала в качестве таковых выполнение коммуникативно ориентированных заданий. Весьма существенная часть опрошенных (41,1%) к наиболее эффективным видам языковой деятельности отнесла чтение аутентичной литературы и выполнение упражнений «вопрос – ответ». Относительно меньшая часть респондентов (25,0%) как наиболее эффективные виды деятельности, в плане развития иноязычной

коммуникативной подготовленности, указала на лексико-грамматические упражнения.

Результаты анкетирования и обнаруженное процентное соотношение различных ответов на поставленные вопросы свидетельствует о соответствии представлений у большинства студентов современным требованиям, предъявляемым к учебному процессу, отражающим потребности социума и необходимости решения практико-ориентированных коммуникативных задач.

Важно отметить, что результаты опроса студентов подтвердили, что наряду с безусловной значимостью текстовой деятельности при профессионально ориентированном обучении нарастает особая значимость ее выхода в коммуникативную плоскость. Согласно мнению большинства студентов (60,7%), более пристальное внимание необходимо уделять работе с аутентичными текстами по общей и профессиональной тематике.



(Вопрос 1. «Как Вы понимаете словосочетание «коммуникативная компетенция»? Коммуникативная компетенция – это: Ответ 1. Знание грамматических правил и владение определенным объемом лексических единиц общебытового и профессионального аспектов изучаемого иностранного языка. Ответ 2. Умение свободно общаться на иностранном языке и достигать определенных результатов в сфере общебытовой и профессиональной коммуникации. Ответ 3. Преодоление «языковых барьеров» и страха при общении на иностранном языке. Ответ 4. Другое.

Вопрос 2. «Какие виды деятельности, на Ваш взгляд, наиболее всего способствуют развитию иноязычной коммуникативной компетенции?»: Ответ 1. Выполнение лексико-грамматических упражнений. Ответ 2. Чтение аутентичной литературы на иностранном языке и выполнение вопросно-ответных упражнений. Ответ 3. Выполнение коммуникативно ориентированных заданий (составление интеллектуальных карт, составление диалогов, обсуждение актуальных тем). Ответ 4. Другое.

Вопрос 3. «Каким видам аудиторной работы, по Вашему мнению, следует уделять наибольшее внимание с целью развития навыков коммуникации на иностранном языке»: Ответ 1. Изучению грамматики. Ответ 2. Работе с аутентичными текстами по общебытовой и профессиональной тематике. Ответ 3. Обучению стратегиям, способствующим решению коммуникативных задач. Ответ 4. Другое.

Вопрос 4. «Укажите основные факторы, препятствующие развитию коммуникативной компетенции на иностранном языке»: Ответ 1. Недостаточное количество аудиторных занятий. Ответ 2. Отсутствие приемлемых приемов деятельности на иностранном языке, позволяющих осуществлять коммуникацию на иностранном языке. Ответ 3. Большая усталость после спортивных тренировок и недостаточное количество времени для самостоятельных занятий. Ответ 4. Другое.

Вопрос 5. «Укажите основные трудности при осуществлении коммуникативной деятельности на иностранном языке»: Ответ 1. Сложно запоминать иностранные слова и выражения. Ответ 2. Сложно дается понимание отдельных грамматических конструкций в текстах по общебытовой и профессиональной тематике. Ответ 3. Сложно дается понимание иноязычной речи на слух. Ответ 4. Сложно планировать и осуществлять высказывание на иностранном языке. Ответ 5. Другое.

Вопрос 6. «Укажите, чего Вам не хватает для более эффективного освоения иностранного языка»: Ответ 1. Активных и интерактивных форм обучения коммуникации на иностранном языке (дискуссия, пресс-конференция, деловая игра...). Ответ 2. Прозрачных алгоритмов действий при освоении сложных для понимания грамматических явлений. Ответ 3. Визуальных инструментов, призванных облегчить процесс выражения мыслей на иностранном языке. Ответ 4. Другое).

Рис. 1. Соотношение разных ответов на вопросы анкеты у студентов вуза физической культуры

Весьма значительная часть обучающихся (35,7%) в качестве важнейшего аспекта отметила изучение грамматики. Небольшая часть опрошенных студентов (16,1%) на первое место поставила освоение стратегий, обеспечивающих решение коммуникативных задач. Еще одна небольшая часть студентов (8,9%) обозначила необходимость выполнения устных упражнений, разыгрывания диалогов.

В качестве основных причин, затрудняющих повышение уровня иноязычной коммуникативной подготовленности, более половины опрошенных студентов вуза физической культуры (53,6%) указали на значительное утомление после тренировочных занятий и ограниченное время для самостоятельной работы. Весьма значительная часть респондентов (39,9%) в качестве фактора, затрудняющего успешное обучение иностранному языку, указала на недостаточность приемлемых приемов деятельности, позволяющих осуществлять коммуникацию на иностранном языке. В качестве фактора, препятствующего эффективному обучению, некоторые респонденты (16,1%) указали на малый объем аудиторных занятий.

Указанный респондентами спектр трудностей при изучении иностранного языка в вузе физической культуры оказался весьма широк. Большинство опрошенных студентов (57,1%) указало на сложность планирования и осуществления устных высказываний на иностранном языке. Несколько меньшая часть опрошенных студентов (42,9%) как один из факторов, затрудняющих изучение иностранного языка, отметила трудность понимания некоторых грамматических конструкций в текстах. Еще одна треть опрошенных студентов (30,4%) как фактор затруднения отметила трудность понимания иноязычной речи на слух. Часть обучающихся (26,8%) указала на трудность запоминания иностранных слов и выражений.

Следует отметить, что половина всех опрошенных обучающихся (50,0%) указала, что для более продуктивного освоения знаний им недостает активных и интерактивных форм обучения в виде деловых игр, дискуссий, пресс-конференций и др. Относительно существенная часть студентов (32,1%) указала на недостаточность визуальных педагогических инструментов, привлекаемых для облегчения выражения мыслей на иностранном языке. Еще одна группа обучающихся (28,6%) отметила недостаток прозрачных алгоритмов действий при изучении грамматических явлений, относительно сложных для понимания.

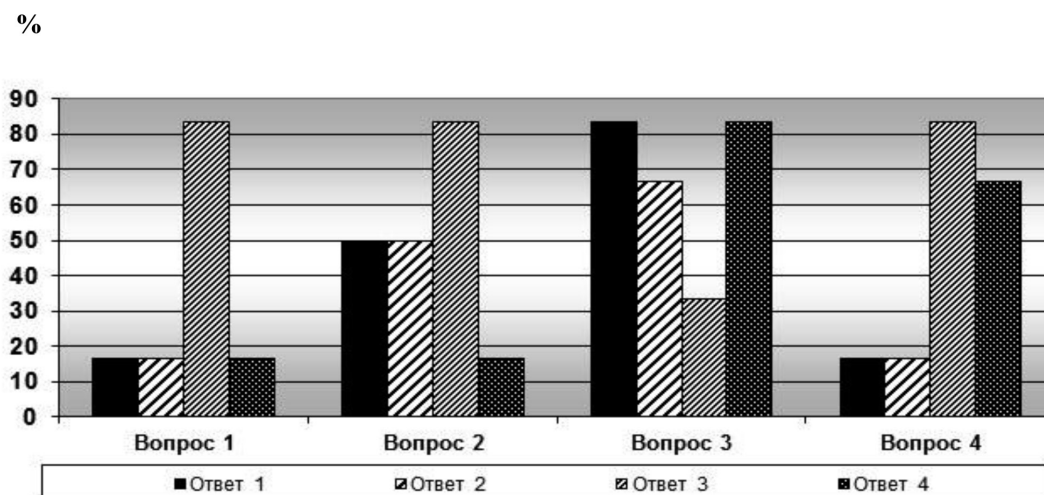
Результаты анкетирования преподавателей представлены на рис. 2.

Анализ результатов анкетирования преподавательского состава обнаружил, что в своем большинстве (83,3%) преподаватели наиболее эффективным видом иноязычной деятельности, способствующим развитию иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся в вузе физической культуры, считают использование коммуникативно ориентированных заданий в виде составления интеллектуальных карт, составления и разыгрывания по ролям диалогов и др. В то время как все другие виды иноязычной учебной деятельности как наиболее продуктивные были указаны всего в 16,7% ответов.

Мнения преподавателей по вопросу наибольшей важности разных видов аудиторной работы, направленной на развитие навыков иноязычной коммуникации, разделились следующим образом. Большинство преподавателей иностранного языка (83,3%) наибольшее значение отводили обучению стратегиям, обеспечивающим решение коммуникативных задач. Половина всех опрошенных преподавателей (50,0%) отмечали огромное значение таких видов учебной деятельности, как изучение функциональной грамматики и работа с аутентичными текстами по общебытовой и профессионально ориентированной тематике. Другие виды аудиторной работы как важнейшие были отмечены только в 16,7% ответов.

Большинство преподавателей (83,3%) основными факторами, затрудняющими повышение уровня иноязычной коммуникативной подготовленности студентов вузов физической культуры, считают весьма низкий исходный уровень языковой подготовленности и низкую мотивацию к изучению иностранного языка. Кроме того, в качестве факторов, снижающих эффективность обучения, многие преподаватели отметили недостаточный объем аудиторной работы (66,7% опрошенных) и малое время, отводимое для самостоятельных занятий (33,3% опрошенных).

Основными трудностями студентов вуза физической культуры при изучении иностранного языка большинство преподавателей называют сложность восприятия иноязычной речи на слух (83,3%), сложность организации и реализации высказываний на иностранном языке (66,7%), сложность в запоминании иностранных слов и отдельных словосочетаний и трудности в понимании грамматических конструкций в текстах как по общебытовым, так и по профессионально ориентированным темам (по 16,7%).



Вопрос 1. «Какие виды деятельности, на Ваш взгляд, наиболее всего способствуют развитию иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся?» Ответ 1. Выполнение лексико-грамматических упражнений. Ответ 2. Чтение аутентичной литературы на иностранном языке и выполнение вопросно-ответных упражнений. Ответ 3. Выполнение коммуникативно ориентированных заданий (составление интеллектуальных карт, диалогов, обсуждение актуальных тем). Ответ 4. Другое.

Вопрос 2. «Каким видам аудиторной работы, по Вашему мнению, следует уделять наибольшее внимание с целью развития навыков коммуникации на иностранном языке». Ответ 1. Изучению функциональной грамматики. Ответ 2. Работе с аутентичными текстами по общебытовой и профессиональной тематике. Ответ 3. Обучению стратегиям, способствующим решению коммуникативных задач. Ответ 4. Другое.

Вопрос 3. «Укажите основные факторы, препятствующие развитию коммуникативной компетенции на иностранном языке». Ответ 1. Низкий уровень языковой подготовки обучающихся. Ответ 2. Недостаточное количество аудиторных занятий. Ответ 3. Недостаточное количество времени для самостоятельных занятий. Ответ 4. Отсутствие мотивации. Ответ 5. Другое.

Вопрос 4. «Укажите основные трудности при осуществлении коммуникативной деятельности на иностранном языке». Ответ 1. Обучающимся сложно запоминать иностранные слова и выражения. Ответ 2. Обучающимся сложно дается понимание отдельных грамматических конструкций в текстах по общебытовой и профессиональной тематике. Ответ 3. Обучающимся сложно дается понимание иноязычной речи на слух. Ответ 4. Обучающимся сложно планировать и осуществлять высказывание на иностранном языке. Ответ 5. Другое.

Рис. 2. Соотношение разных ответов на вопросы анкеты у преподавателей иностранного языка вуза физической культуры

На следующем этапе исследования, в ходе опроса и собеседования, преподавателям предлагалось назвать специфические, по их мнению, особенности процесса обучения иностранному языку в вузе физической культуры. Анализ результатов высказываний преподавателей, основанных на многолетнем опыте преподавательской деятельности в вузе физической культуры, позволил определить факторы, обуславливающие специфические особенности учебного процесса по иностранному языку. В качестве наиболее характерных особенностей большинством преподавателей были обозначены нижеуказанные обстоятельства:

1. Крайняя затруднительность полноценного иноязычного обучения вследствие недостаточного объема аудиторных часов

и ограниченного времени для самостоятельных занятий. Изучение иностранного языка предполагает весьма существенные временные затраты, прежде всего в плане самостоятельного освоения лексико-грамматического материала, текстовой работы на иностранном языке, повышения автоматизации речевых операций. В условиях систематических и весьма времязатратных тренировочных занятий, регулярной и довольно частой соревновательной деятельности, по большей части, связанной с выездом в другие регионы и за границу, студенты, активно занимающиеся спортом, в большинстве случаев лимитированы в такой важнейшей составляющей успешного освоения иностранного языка, как самостоятельная работа по его закреплению.

2. Низкий исходный уровень языковой подготовленности студентов вуза физической культуры. Это обстоятельство связано с тем, что учебный процесс у спортсменов, обучающихся в средней школе, так же как и в вузе физической культуры, осуществляется параллельно с интенсивными тренировками и частым участием в соревнованиях. В силу этих причин зачастую наблюдается выраженный акцент на спортивных занятиях, что не может не сказываться негативно на уровне подготовленности школьников-абитуриентов, а затем и студентов.

3. Разный уровень мотивации к изучению иностранного языка у студентов. У меньшей части студентов этот уровень более высокий, в основном у студентов, имеющих высокий уровень спортивной квалификации, в силу чего довольно часто участвующих в международных соревнованиях с выездом за границу. У большинства же студентов вузов физической культуры отмечается сниженный уровень мотивации к обучению вообще и, в частности, к освоению иностранного языка. Напряженная спортивная деятельность обуславливает формирование и проявление у студентов-спортсменов высокой степени организованности и ответственности, направленных, прежде всего, на достижение максимально возможного спортивного результата (именно годы студенчества для многих спортсменов – время наиболее интенсивных тренировок и достижения наивысших физических возможностей), что предопределяет существенное смещение в шкале ценностей в сторону достижения наивысших спортивных результатов. Все другие сферы жизни студентов-спортсменов, в том числе и обучение в вузе, отступают на второй план. Им уделяется минимально возможное количество качественного времени, что и обуславливает существенное снижение мотивации.

4. Необходимость предъявления учебного материала в сжатом, компрессионно-обобщенном виде.

5. Необходимость подбора специфического содержания обучения, обусловленного особенностями приобретаемых навыков в избранной профессии.

6. Весьма высокая обусловленность процесса обучения иностранному языку спортивной специализацией студентов. Так, в большинстве случаев можно наблюдать, что студенты, специализирующиеся в спортивной гимнастике, проявляют большую дисциплинированность на занятиях, студенты, занимающиеся футболом, весьма часто проявляют инициативу, студенты-боксеры

гораздо медленнее, чем другие, выполняют задания, студенты, специализирующиеся в баскетболе и волейболе, с большим желанием выполняют задания, предусматривающие деление на две группы (команды), студентки, занимающиеся художественной гимнастикой, предпочитают выполнение индивидуальных заданий.

Заключение

Анализ результатов проведенного исследования позволяет заключить, что основными специфическими особенностями процесса развития иноязычной коммуникативной компетенции в вузе физической культуры являются: относительно низкий исходный уровень подготовленности по иностранному языку; существенный дефицит качественного времени для самостоятельной деятельности, обусловленный протекающим параллельно учебному интенсивным тренировочным процессом; ярко выраженная дифференциация в мотивации к изучению иностранного языка (её низкий уровень у большинства студентов-спортсменов и относительно высокий уровень у студентов, имеющих высокий уровень спортивной квалификации и, следовательно, возможность участия в международных спортивных состязаниях); необходимость использования учебного материала в сжатом и обобщенном виде и строго специфического его содержания в соответствии с особенностями приобретаемых навыков в избранной профессии, наличие существенного влияния на процесс иноязычного образования характерных особенностей, присущих той или иной спортивной специализации.

Список литературы

1. Раздорская О.В. Формирование рефлексивной культуры студентов медицинского вуза в процессе изучения английского языка: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2009. 30 с.
2. Бобыкина И.А. Концепция формирования культуры лингвосамообразования при обучении иностранному языку в высшей школе: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Нижний Новгород, 2012. 38 с.
3. Халяпина Л.П. Междисциплинарная координация в системе профессионально ориентированного обучения иностранным языкам в вузе // Вестник Пермского нац. исслед. политехн. ун-та. Проблемы языкознания и педагогики. 2017. № 2. С. 149–157.
4. Серова Т.С., Фролова Т.П. Особенности иноязычной диалогической речевой деятельности в профессиональной сфере // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2014. № 9. С. 99–110.
5. Бобыкина И.А., Колеева Э.Р. Иностранный язык в профессиональной сфере (немецкий): учебное пособие. Челябинск: Изд. Челябинского гос. ун-та, 2017. 113 с.
6. Раздорская И.М., Раздорская О.В. Изучение ассоциативного мышления студента как предпосылка внедрения

рефлексивно-креативного подхода к обучению иностранному языку // Концепт. 2012. № 9. С. 1–6.

7. Бганцева И.В. Концепция когнитивно-систематизирующего развития коммуникативной компетенции студентов нелингвистического вуза // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2015. № 5–1. С. 29–33.

8. Багновская П.Е. Формирование профессиональной компетентности студентов вузов физической культуры в процессе обучения иностранному языку: дис. ... канд. пед. наук. Смоленск, 2013. 145 с.

9. Масалкова Э.В. Некоторые нерешенные проблемы обучения иностранному языку студентов-спортсменов // Современные проблемы развития образования и воспитания молодежи: сб. материалов 5-й Междунар. науч.-практ. конф. 25 апреля, 2014 г. Махачкала: Апробация, 2014. С. 57–58.

10. Колонских Н.Е., Пономарева Я.С. Обучение чтению и говорению с использованием профессионально ориентированных текстов на факультете физической культуры и спорта (из опыта работы) // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: [http://](http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19050)

www.science-education.ru/ru/article/view?id=19050 (дата обращения: 16.05.2020).

11. Бганцева И.В., Боженова Н.А., Кириллова Е.Б. Технологии реализации коммуникативного подхода в вузе спортивного профиля // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–11. С. 2505–2509.

12. Бганцева И.В. Методическая компрессия в системе иноязычной профессионально ориентированной коммуникативной подготовки студентов вузов физической культуры: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Тамбов, 2018. 40 с.

13. Бганцева И.В., Милованова Л.А., Суркова Е.В., Сентябрев Н.Н. Методическая компрессия в системе иноязычной профессионально ориентированной коммуникативной подготовки студентов неязыкового вуза // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26862> (дата обращения: 16.05.2020).

14. Масалкова Э.В. Обучение общению на английском языке студентов факультета физической культуры: дис. ... канд. пед. наук. Пятигорск, 2006. 207 с.

УДК 377.6

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СПО**Беспалько А.А., Сочнева Н.В., Тощев А.П.***Волго-Вятский филиал Московского института связи и информатики,
Нижний Новгород, e-mail: tuola@list.ru*

В статье рассматриваются проблемы и пути решения обучения основам программирования. Большое внимание уделено особенностям выбора задач для обучения программированию на первом этапе обучения студентов среднего профессионального образования. Предлагаются примеры и подробно разбираются виды заданий, рассматриваются формируемые компетенции. Обосновывается выбор языка программирования, приводятся примеры компиляторов и сред исполнения программ. Важно обеспечить уровень обучения алгоритмике на таком уровне, чтобы учащиеся смогли перестроить мышление и начать думать «алгоритмически». Каждая задача в реальной жизни требует тщательного продумывания, обучение программированию способствует этому. Подбор видов заданий имеет решающее значение для достижения этой цели. В статье предлагаются три типа: математические (простые, используются на начальном этапе каждой темы), задачи с неочевидным условием (с нетривиальным условием, но основанные на типовых алгоритмах), стандартные алгоритмы. Итогом курса является разработка проекта – большой программы, в которой консолидируются все усвоенные за семестр знания. Поэтапный плавный подход снижает потерю интереса в течение семестра, повышает качество образовательного процесса и дает возможность организовать постепенное погружение в темы.

Ключевые слова: программирование, язык программирования, алгоритм, модель, блок-схемы**FEATURES OF THE CHOICE OF TASKS WHEN STUDYING THE BASICS OF PROGRAMMING IN SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION****Bespalko A.A., Sochneva N.V., Toshev A.P.***Volga-Vyatka branch of the Moscow Institute of communications and Informatics,
Nizhniy Novgorod, e-mail: tuola@list.ru*

The article deals with the problems and solutions of teaching the basics of programming. Much attention is paid to the peculiarities of choosing tasks for teaching programming at the first stage of training students of secondary vocational education. Examples are offered and the types of tasks are analyzed in detail, and the competencies that are being formed are considered. The choice of programming language is justified, and examples of compilers and runtime environments are given. It is important to ensure that the level of training in Algorithmics is at such a level that students can rebuild their thinking and start thinking «algorithmically». Every task in real life requires careful thinking, and training in programming contributes to this. Selecting the types of tasks is crucial to achieving this goal. The article offers three types: mathematical (simple, used at the initial stage of each topic), problems with a non-obvious condition (with a non-trivial condition, but based on standard algorithms), and standard algorithms. The result of the course is the development of a project – a large program that consolidates all the knowledge acquired during the semester. A step-by-step smooth approach reduces the loss of interest during the semester, improves the quality of the educational process, and makes it possible to organize a gradual immersion in topics.

Keywords: programming, programming language, algorithm, model, flowcharts

Язык программирования – это искусственно созданный инструмент, который необходим, чтобы представить готовый алгоритм для некоего исполнителя. Однако искусство программирования включает в себя не только написание инструкций исходя из семантических и синтаксических правил языка программирования, но и построение математической или структурной модели задачи, выбор метода ее реализации и только затем написание оптимального кода.

Проблема обучения учащихся среднего профессионального образования стоит очень остро, особенно если речь идет о непрофильных специальностях. Часто студентам бывает сложно воспринять новое мышление, и при решении даже самых простых задач возникают сложности. В таких случа-

ях требуется тщательно проработанный поэтапный подход.

Материалы и методы исследования

На первом этапе обучения программированию учащиеся осваивают предмет «Основы алгоритмизации и программирования». Студенты знакомятся с предметом и учатся строить базовые алгоритмические структуры: последовательный алгоритм, ветвление, цикл, работа с массивами. Как правило, для освоения подобного материала используются простые задачи, чаще математические. Пройдя большой путь в обучении веб-технологиям, мы и здесь выбрали практико-ориентированный подход, поставив в приоритет умение моделировать задачу [1].

Шаги построения алгоритмов

Стандартная последовательность решения поставленной задачи включает в себя ряд шагов [2].

1. Постановка задачи, разработка математической модели.
2. Выбор метода численного решения.
3. Построение алгоритма.
4. Разработка программы.
5. Отладка и испытание программы.
6. Решение задачи на ЭВМ, обработка и оформление результатов расчета.

Первый шаг является определяющим для эффективного прохождения последующих этапов. Поэтому важно развить у студентов алгоритмическое мышление.

Алгоритмическое мышление – это умение мыслить последовательно, выстраивая полную схему решения задачи и разбивая ее на отдельные структурные элементы [3]. Это именно свойство мышления, которое прививается в самом начале обучения. Без него получение компетенций программиста невозможно.

В ходе преподавания было выделено три класса задач, которые предлагаются на первом этапе обучения.

Математические

Представляют собой построение алгоритмов для решения простейших математических задач из курса школьной алгебры и геометрии, что упрощает построение математической модели. Учащиеся прекрасно знакомы с основными формулами: нахождение площади, периметра, объема, угла и т.д. В этот момент важно показать осмысленное прохождение шагов решения задачи, которые обычно студент делает неосознанно.

Построение модели решения задачи совпадает с этапом выбора численных методов решения. Достаточно найти формулу – и решение уже перед глазами. В этот момент важно показать, что такое входные и выходные данные. Рассмотрим на примере.

Найдите площадь параллелограмма, если одна его сторона равна 15 см, вторая 24 см, а угол между ними составляет 30 градусов.

Решение этой задачи элементарно. Воспользуемся формулой $S = a * b * \sin(x)$ и получим ответ $S = 180$. В уме студент решает эту задачу за доли секунды.

При переходе к построению алгоритма следует напомнить важное свойство, которым должен обладать алгоритм: массовость. Не имеет смысла писать программу, которая вычисляет площадь именно этого конкретного параллелограмма с заданными параметрами. Чтобы алгоритм был массовым,

он должен решить целый класс подобных задач. Это значит, что в программировании условие будет звучать следующим образом: найдите площадь параллелограмма по двум сторонам и углу между ними.

Простая расчетная задача в первый момент ставит в тупик тех, кто еще не начал программировать: откуда мы знаем исходные значения. Важный этап для педагога – расписать и подробно объяснить ход мысли при алгоритмическом мышлении.

1. Определить математическую модель задачи.
2. Найти численные методы решения.
3. Перечислить исходные и выходные данные.
4. Выяснить, что нужно знать для достижения цели.

Последние два шага для начинающих программистов не всегда являются очевидными. Где брать и как обозначать исходные значения? Их должен дать тот, кто заинтересован в решении задачи – пользователь.

На таком простом примере преподаватель объясняет ход мысли, оптимальную последовательность решения. И при кажущейся простоте привить этот образ мышления бывает достаточно сложно – это достигается постоянным проговариванием и оформлением решения каждой задачи. Даже успевающие ученики, которые опережают группу, часто проходят эти шаги поверхностно, не осмысливая их.

По результатам решения строится блок-схема. Этот этап важен для визуализации последовательного решения. Алгоритм всегда состоит из конечного числа шагов, и именно на примере блок-схем студенты учатся понимать это.

Еще один важный момент – введение понятий переменной и операции присвоения. При создании программы это базовые знания, поэтому понимать механизм действий с памятью необходимо. Решая задачу, учащиеся знакомятся с этими понятиями и учатся ими оперировать. Элементарные понятия: именование переменной, порядок присваивания.

Задачи с неочевидным условием

К таким задачам мы относим большинство задач без очевидных математических формул. Модель приходится строить самостоятельно. От качества построенной модели зависит оптимальность построения алгоритма, а значит, решение задачи. Для получения навыков такой алгоритмизации мы используем задачи на жизненный опыт. В качестве базового задачника мы выбрали сборник задач [4].

Большинство заданий позволяет показать, как программирование применяется

в разных сферах человеческой деятельности. Большим плюсом является простота решения при кажущейся сложности формулировки.

В качестве примера выберем задачу с экономическим уклоном на построение последовательного алгоритма.

На изготовление платья идет 3 метра ткани, 1 катушка ниток, 8 пуговиц и застежка-молния. Найти прибыль от продажи платья.

Для поиска решения вместе со студентами преподаватель озвучивает последовательность шагов.

1. Что такое прибыль? Это разница между ценой, за которую продали платье и его себестоимостью.

2. Чтобы найти прибыль, необходимо знать цену продажи и себестоимость.

3. Цену продажи определяет тот, кто продает, – пользователь.

4. Себестоимость складывается из цены и количества израсходованных материалов.

5. Необходимо знать цену метра ткани, одной пуговицы, молнии и катушки ниток. Эти данные тоже задает пользователь.

Таким образом, алгоритм строится на пяти исходных значений. После того, как они обозначены конкретными именами, легко построить математическую модель решения:

$$Pr_{ib} = PricePl - (3 * PrT + 8PrP + PrN + PrM),$$

где $PricePl$ – цена продажи платья,

PrT – стоимость метра ткани,

PrN – стоимость катушки ниток,

PrM – стоимость молнии.

На примере этой задачи студенты учатся называть переменные осмысленно, ведь при таком количестве входных параметров легко запутаться. Например, обозначив переменные как a, b, c, d, p учащийся быстро забудет, какие именно данные хранит в себе переменная. Кажущаяся скорость написания приводит к потере времени в процессе отладки и тестировании программы. А когда речь идет о задачах, на решение которых требуется не один день, фактор именования переменных имеет огромное значение.

При решении задач программирования важно понимание практической пользы. «Нарешивание» десятков ничего не значащих задач обычно вызывает скуку и ощущение рутины. Поэтому в нашем курсе часть времени отводится на осмысление практической значимости.

Студенты отвечают на вопрос и ищут ситуации, когда эта программа становится полезной. Например, швея, которая шьет платья на продажу, может повысить прибыль, сэкономив на затратах и выбрав более дешевый материал. Вводя разные параме-

тры, она может рассчитать самый выгодный вариант и подобрать оптимальную цену продажи платья.

Закономерным предложением является отказ от фиксированного количества расходных материалов и добавление этого параметра в набор исходных данных, которые задает пользователь. Модель увеличивается, но при этом алгоритм становится универсальным.

Стандартные алгоритмы

Многие задачи строятся на поиске суммы, количества, минимума и максимума, сортировки. Это стандартные алгоритмы, которые являются типовыми для любых задач [5] – математических и практических. По аналогии, на первом этапе пишутся алгоритмы математического характера – это помогает быстро понять механизм поиска и подсчета. Например, найти количество корней функции на заданном промежутке, определить минимальное и максимальное значение функции.

Далее вводятся программы практического значения. Это могут быть игры с пользователем, к примеру «Угадай число»: игроку дается 10 попыток, после чего выводятся количество неправильных ответов, с какой попытки угадано задуманное.

Можно смоделировать сдачу теста с подсчетом итогового результата и выставления оценки.

Одним из самых распространенных вариантов освоения массивов являются задачи на матрицы. Математический аппарат предлагает множество подзадач, но у них есть один большой недостаток – ограниченность. Решив одну задачу с точки зрения массовости и универсальности, учащиеся закрывают тему. А этого недостаточно для глубокого освоения алгоритмических структур. Поэтому мы активно используем практические задачи на массивы.

В качестве примера приведем две задачи: на одномерный и двумерный массивы.

1. Школьник ежедневно покупает в типографии газеты и затем продает их с небольшой наценкой. Когда газеты покупают хорошо, он имеет неплохую прибыль, но иногда торговля идет плохо, так что даже не окупаются затраты на покупку газет в типографии. Зная ежедневную прибыль (которая не всегда идет со знаком «+»), найти прибыль за месяц. Ежедневную сумму прибыли организовать с помощью массива.

2. Владелец пяти хлебобулочных киосков в разных районах города держит в них одинаковый ассортимент товаров из 20 наименований. Утром в каждый киоск завозят

по 100 единиц каждой продукции. Составить таблицу наличия ассортимента по всем киоскам в середине дня. В качестве первого индекса взять номер киоска, а вторым – номер товара по ассортименту. По таблице наличия ассортимента хлебобулочных изделий определить:

– Какой вид продукции следует закупать на хлебокомбинате в первую очередь?

– Какой вид продукции пользуется наименьшим спросом у покупателей?

– В какой киоск и какой вид продукции следует завезти в первую очередь?

– В каком киоске лучше всего идет торговля?

– В каком киоске хуже всего идет торговля?

– Составить новую таблицу, содержащую данные о том, в какой киоск и сколько следует завезти того или иного товара для заполнения ассортимента до нормы (каждого вида продукции в каждом киоске должно быть 100 единиц).

Итоговая задача по курсу

В качестве подведения итога студентам предлагается самостоятельная разработка уже целого проекта, в котором применяются все изученные ранее структуры и подходы. Она имеет практическую значимость и интересна для учащихся, строится на проектном подходе [6].

В процессе формулировки задания мы внимательно оцениваем его полноту. Важно соблюсти равновесие: не предоставить слишком подробное описание, но раскрыть все необходимые аспекты.

Одна из любимых задач студентов после 18 лет – определение размера штрафа с радаров измерения скорости. Приведем условие.

На участке дороги установлен радар скорости, который настраивается в зависимости от текущего ограничения. Например, если на этом участке проводятся дорожные работы, то оно может составлять 40 км/ч, в обычном состоянии дороги – 90 км/ч. Построить таблицу санкций для 100 водителей, которые попали под действие радара. Машина идентифицируется по номеру. Условия для начисления штрафов:

Превышение до 30 км/ч – предупреждение.

Превышение от 30 до 40 км/ч – штраф 500 рублей.

Превышение от 40 до 50 км/ч – штраф 1000 рублей.

Превышение от 50 до 60 км/ч – штраф 2000 рублей.

Превышение свыше 60 км/ч – лишение прав.

Вывести на экран таблицу, включающую номер машины, скорость, превышение, сумму штрафа, комментарий.

Плюсом этой задачи является ее вариативность. Она дает большой простор для самостоятельной работы студентов.

1. Найти условия для наложения взысканий, используя ПДД.

2. Распределить данные по массивам, определяясь с их структурой и количеством.

3. Выбрать способ заполнения таблицы – случайным образом или с клавиатуры (оптимально – случайные числа, так как объем данных велик).

4. Вводить ли проверку на проезд одной и той же машины несколько раз и стоит ли ограничивать это число.

Если в курсе изучались регулярные выражения, то можно организовать с их помощью проверку корректного ввода данных. Задачу можно упростить или усложнить по необходимости.

Результаты исследования и их обсуждение

Мы считаем такой подход к преподаванию основ алгоритмизации оптимальным. Он учит студентов широко мыслить и находить алгоритмы для любых поставленных задач. Постепенное поэтапное погружение в мир программирования мягко формирует алгоритмическое мышление, не вызывая отторжения процесса. Тексты задач зачастую похожи на головоломку, их хочется понять и разгадать. Наш опыт показал, что студентам намного интереснее решать не абстрактные примеры, а брать алгоритмы «из жизни». Итогом такого подхода становится развитие важных компетенций в сфере алгоритмики и программирования.

При этом выбор языка программирования не имеет значения. Базовые структуры обладают одним и тем же функционалом в любом из них. Авторы на занятиях предпочитают C, так как он лежит в основе большинства распространенных языков программирования, его синтаксис является исходным, написано множество вспомогательной литературы [7]. Кроме того, в свободном доступе, в том числе онлайн, имеется много компиляторов и сред исполнения, а также IDE, например CodeBlock, Dev C++ и т.д. Найти исполнитель можно даже для мобильных гаджетов, что существенно расширяет возможности для дистанционного обучения. Стоит заметить, что создано множество пособий и вспомогательных материалов и по Паскалю [8].

Заключение

Итогом введения множества задач с практическим уклоном в освоение азов

программирования является гибкость мышления при формировании алгоритмики. Любая поставленная задача рассматривается как совокупность данных и моделей, которые можно использовать для построения алгоритма.

Список литературы

1. Беспалько А.А., Сочнева Н.В. Проблема выбора методов обучения разработке WEB-приложений в системе СПО // European Social Science Journal. 2018. № 5–1. С. 250–254.
2. Сундукова Т.О., Ваныкина Г.В. Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных: учебное пособие. 3-е изд. Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020. 804 с.
3. Канатьева Е.С. Понятие алгоритмического мышления // Научное сообщество студентов: междисциплинарные

исследования. Сборник статей по материалам XXII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11(22). [Электронный ресурс]. URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/11\(22\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/11(22).pdf) (дата обращения: 15.05.2020).

4. Беспалько И.И., Беспалько А.А. Зауральский институт информатики. Шадринск, 1999. 184 с.
5. Вирт Никлаус. Алгоритмы и структуры данных / Перевод Ф.В. Ткачева. 2-е изд. Саратов: Профобразование, 2019. 272 с.
6. Проектное обучение: практики внедрения в университетах / Ред. О.В. Лешуков, Н.В. Исаева, Л.А. Евстратова. М.: ИД Высшей школы экономики, 2018. 150 с.
7. Зоткин С.П. Программирование на языке высокого уровня C/C++: конспект лекций. 3-е изд. М.: МИСИ – МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. 140 с.
8. Тюльпинова Н.В. Алгоритмизация и программирование: учебное пособие. Саратов: Вузовское образование, 2019. 200 с.

УДК 372.8:378.6

РЕСУРСЫ ГУМАНИСТИЧЕСКОЙ ПЕДАГОГИКИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ПИЛОТОВ К ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Бирюков А.А.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: birukovandrew@gmail.com*

В данной статье рассматриваются проблемы формирования у обучающихся высшей школы профессиональных и гуманистических ценностей. Высокие профессиональные требования к личности и профессиональной подготовке выпускника, с одной стороны, находятся в противоречии с недостаточно сформированными у него гуманистическими качествами, которые ожидает от каждого специалиста современное общество, с другой стороны. Общество ожидает видеть в выпускнике творческую, активную, социально ответственную, свободную, способную на собственное мнение, развитую личность. В статье раскрываются этапы экспериментальной работы, содержание констатирующего и формирующего этапа исследования, а также приведены результаты мониторинга исследования и окончательные выводы по итогам опытно-экспериментальной работы. Современный уровень взаимоотношений в обществе в настоящее время показывает превышение экономической заинтересованности человека в сравнении с гуманистической. В статье рассматриваются вопросы готовности работающих пилотов гражданской авиации к действиям в чрезвычайных ситуациях, выявляются трудности во взаимоотношении в социуме и в группе коллег и приводятся примеры экспериментальной работы по формированию, корректировке гуманистических ценностей пилотов в их профессиональной деятельности в различных учебных областях за период курсов повышения квалификации.

Ключевые слова: гуманистические ценности, профессиональные требования, психолого-педагогическая подготовка, запросы общества

HUMANISTIC PEDAGOGY RESOURCES IN THE PROCESS OF PREPARING PILOTS FOR EMERGENCY ACTIONS

Biryukov A.A.

*Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk,
e-mail: birukovandrew@gmail.com*

This article discusses the problems of forming professional and humanistic values among students of higher education. High professional requirements for the personality and professional training of a graduate, on the one hand, are in contradiction with the insufficiently formed humanistic qualities that modern society expects from each specialist, on the other hand. The society expects to see graduates as creative, active, socially responsible, free, capable of their own opinion, and developed personality. The article describes the stages of experimental work, the content of the ascertaining and forming stage of the study, as well as the results of monitoring the study and the final conclusions based on the results of experimental work. The current level of relations in society currently shows the excess of economic interest of a person in comparison with humanistic. The article deals with the issues of readiness of working civil aviation pilots to act in emergency situations, identifies difficulties in the relationship in society and in a group of colleagues, and provides examples of experimental work on the formation and adjustment of humanistic values of pilots in their professional activities in various educational areas during the period of advanced training courses.

Keywords: humanistic values, professional requirements, psychological and pedagogical training, social demands

Национальными проектами Российской Федерации провозглашается «повышение уровня экономической связанности территории Российской Федерации посредством расширения в том числе и авиационной инфраструктуры за счет развития транспортных коммуникаций между административными центрами субъектов Российской Федерации и другими городами – центрами экономического роста; расширения сети межрегиональных регулярных пассажирских авиационных маршрутов» [1].

В связи с этим, с одной стороны, возникает проблема обеспечения транспортной доступности и расширения сети региональных авиаперевозок, а с другой стороны – решение проблем безопасности полетов

пассажирских авиационных перевозок, связанных с интенсификацией воздушного движения. Актуализируется вопрос формирования готовности пилотов к действиям в чрезвычайных ситуациях, как компетенции, оказывающей непосредственное влияние на безопасность полетов.

Таким образом, возникает необходимость перехода к непрерывной профессиональной подготовке пилотов, что обусловлено необходимостью формирования готовности пилотов к коммуникативному взаимодействию с наземными службами, персоналом и пассажирами на всем протяжении полета и в любой стрессовой ситуации.

Профессиональная подготовка обучающихся в высшей школе различного на-

правления – в инженерии, менеджменте, в педагогических профессиях, авиации и других – чаще всего находится во взаимодействии с формированием гуманистических качеств личности. Характерными противоречивыми обстоятельствами являются высокие профессиональные требования к личности выпускника, реальный уровень и содержание их профессиональной подготовки, с одной стороны, и недостаточно развитые гуманистические качества личности, высокие требования которых ожидает от каждого специалиста современное общество, с другой стороны. Общество ожидает видеть в выпускнике творческую, активную, социально ответственную, способную на собственное мнение, развитую личность. В подготовке специалистов наблюдается превосходство их готовности решать узко-профессиональный круг задач. Остается нерешенной проблема гуманизации процесса профессионального самоопределения выпускников в вузе, направляющихся в различные сферы деятельности, сформированности у каждого из них гуманистических ценностей. В научной литературе понятием «ценностей» занимаются как педагоги, так и психологи, философы, социологи. К ценностям относят элементы общественного сознания и культуры как нормативные функции, которые позволяют обеспечить личности устойчивость, определенный тип поведения. «Ценности выступают доминирующим фактором, регулирующим и детерминирующим мотивацию личности. Невозможно представить себе ориентацию личности на ту или иную ценность как некое изолированное образование, не учитывающее ее приоритетность, субъективную важность, относительно других ценностей, то есть не включенное в систему» [2].

Введение в профессиональную деятельность обучающихся в образовательных организациях различного направления осуществляется последовательно от учебной деятельности академического типа через набор практик к реальной профессиональной деятельности. И, если уровень гуманистической морали сформирован у выпускников недостаточно, в дальнейшем молодые специалисты испытывают затруднения в общении.

Проводя опытно-экспериментальную работу и выявляя недочеты, показатели, критерии и уровни сформированности ценностных ориентаций в области готовности пилотов гражданской авиации (ГА) к действиям в чрезвычайных ситуациях (ЧС), мы ставили цель разработать педагогическую модель, программу и спецкурс, методические пособия и провести на практике проверку разработанных пособий и меро-

приятий, которые, по нашим предположениям, должны обеспечить результативность функционирования данной модели, а именно: актуализацию ценностного потенциала ряда дисциплин учебного плана курсов повышения квалификации, внедрение в образовательный процесс курсовой подготовки дополнительной профессиональной программы по направлению формирования готовности пилотов к действиям в ЧС (спецкурс), формированию ценностных ориентаций, необходимых в профессиональной деятельности пилотов гражданской авиации во взаимодействии с коллегами (внутри экипажа), а также с социумом.

Материалы и методы исследования

По теме исследования изучалась научная литература, нормативные и законодательные документы, материалы расследования авиапроисшествий, производилась подборка методической литературы по проведению тестов и опросов со слушателями курсов повышения квалификации, производилась обработка и анализ полученных результатов. Мы обратились к разработанным методическим материалам исследования Т. Гордона (Критерии коммуникативной компетентности), Б. Басса (Методика диагностики направленности личности), Т.В. Залюбовской (Восприятие индивидом группы), М. Рокича (Ценностные ориентации), Л.С. Колмогоровой (Методика компетентности в общении), И.М. Юсупова, Н.П. Фетискина, В.В. Козлова, Г.М. Мануйлова, Е.И. Рогова (Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп; Восприятие индивидом группы), Л.Н. Кабановой (Опросник профессиональных предпочтений) и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Опытно-экспериментальная работа проводилась последовательно по разработанной программе, состоящей из трех этапов: констатирующего, формирующего и контрольного. Экспериментальной базой исследования был выбран АУЦ одного из подразделений гражданской авиации. В эксперименте приняли участие 108 действующих пилотов.

После выявления исходного уровня ценностных ориентаций в области готовности пилотов к действиям в чрезвычайной ситуации, были разработаны педагогические мероприятия (структурно-функциональная модель формирования готовности пилотов к действиям в чрезвычайной ситуации, программа подготовки, учебный план дополнительной профессиональной подготовки

(спецкурс) по направлению формирования готовности пилотов к действиям в чрезвычайных ситуациях), которые использовались на втором этапе в экспериментальной группе в качестве апробации.

Как показывает современный уровень взаимоотношений в обществе, в настоящее время наблюдается преобладание экономической заинтересованности человека в сравнении с гуманистической в течение производственной профессиональной деятельности. «Будучи сама по себе величайшей ценностью, гуманистическая мораль служит возвышению и облагораживанию человека, пробуждает и развивает в человеке человеческое. Гуманистические черты морали проявляются и закрепляются только при активной деятельности, когда люди на собственном опыте убеждаются в правдивости и справедливости ее» [3, с. 3].

Современное общество требует, чтобы специалист-профессионал учитывал интересы других людей, стремился принести им пользу и радость. Гуманность является качественной характеристикой человека, а именно наличие у него моральных качеств, которые отражают способ его поведения с другими людьми, систему взаимоотношений, манеру общения, и характеризует его как гуманного человека. В работах З.Г. Нигматова подчеркивается, что «соответственно наиболее общим, организующим систему моральных свойств качеством, являющимся основой для выявления ценности и более частных моральных свойств, можно считать коллективизм, гуманность или индивидуализм, эгоизм. Эти понятия используются не только для обозначения личных качеств, но и для характеристики различных исторических форм отношений, которые основываются либо на способности индивидов руководствоваться общими интересами, сочетая с ними личные цели, либо на стремлении строить свое поведение вопреки им, добиваясь личного блага за счет других» [3].

По утверждению Л.М. Архангельского, чью точку зрения мы разделяем, гуманность морали выражается в характере нравственной цели, в понимании назначения человека, смысла его жизни, счастья и долга, в чувстве нравственной ответственности за судьбы народа и человека, в готовности оказать помощь друг другу. Гуманность как нравственный идеал является наивысшей мерой человечности [4].

Выполняя поставленную цель, мы проводили эксперимент в условиях курсов повышения квалификации по формированию ценностных ориентаций уже у работающих по своей профессии пилотов. Еще на констатирующем этапе мы задались це-

лью проанализировать, каков уровень сформированности ценностного потенциала пилотов, на что будут направлены их действия в условиях ЧС: на исполнение собственных потребностей либо на удовлетворение потребности общества, тех людей, которых они обслуживают в настоящее время. Причем, мы не изучали (и это не входило в круг наших интересов) их уровень сформированности профессиональных навыков в направлении «человек – машина».

На констатирующем этапе исследования пилоты и контрольной, и экспериментальной групп показали равные низкие уровни сформированности ценностных ориентаций в области готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях. Они владели хорошими знаниями основных норм поведения и общения, владели теми качествами, которые отмечает в своем методическом пособии Т.В. Залюбовская, то есть «умели оказывать и принимать помощь, вступать в контакт, договариваться, внимательно слушать других в разговоре», ценили собственное «я» и стремились к самосовершенствованию». Трудность, согласно формулировкам методик, вызывало «неумение противостоять чужому мнению, давлению со стороны партнеров взаимодействия, а также «неумение и нежелание открыто выражать свои чувства» [5].

На констатирующем этапе было также предпринято изучение отношения пилотов к группе. Мы ставили цель изучить, как они могут взаимодействовать в кругу своих же профессионалов, насколько уважительно относятся к мнению друг друга и командира корабля. Воспользовавшись диагностикой уровня поликоммуникативной эмпатии И.М. Юсупова, при помощи которой определяется отношение респондентов к одной из выделенных им типов отношений к группе (индивидуалистический тип отношений к группе, прагматический или коллективистский тип), и проведя опрос пилотов в обеих группах, мы увидели, что среди них преобладал индивидуалистический тип отношений к группе [6]. Прагматический тип отношения, так же как и коллективистский тип, предпочитали незначительное количество пилотов, что свидетельствовало о том, что пилоты недостаточно подготовлены к конструктивным способам взаимодействия в группе и настаивали на принятии личного, персонального решения.

Выявив данную проблему, мы спланировали и разработали, как подчеркнули выше, следующий этап исследования – формирующий. Мы апробировали разработанные нами программы, спецкурс, другие методические материалы, при которых, как мы предполагали, будет происходить фор-

мирование и корректировка ценностных ориентаций в области готовности пилотов гражданской авиации к действиям в ЧС. Преподаватели АУЦ, пройдя консультации, выполнили поставленные цели, а совместная деятельность пилотов внутри группы, освоение системы общения позволили им «познакомиться с различными социальными и межличностными ролями, включиться в выбор поведенческих действий, научиться адекватно реагировать на поступки других людей, понимать их мотивы и находить конструктивные способы взаимодействия» [7].

В целях выполнения поставленной задачи был разработан «Учебный план дополнительной профессиональной подготовки по направлению формирования готовности пилотов к действиям в чрезвычайных ситуациях (спецкурс, в состав которого входят шесть модулей)» (таблица).

На курсах повышения квалификации по теме «Готовность пилотов гражданской авиации к действиям в чрезвычайных ситуациях» был актуализирован ценностный потенциал в области их готовности к действиям в ЧС, обеспечения здоровьесбережения населения путем выделения основных понятий, теоретических положений изучаемых гуманитарных предметов, использования исторических фактов, природных явлений, научных открытий, фактических событий, авиапроисшествий при игнорировании «теории рисков» и «человеческого фактора» и пр. В течение занятий внимание слушателей акцентировалось на раскрытии понятий ценностей и преобладании ценности человеческой жизни, их готовности к действиям в ЧС, культуре безопасного поведения в различных условиях человеческого общежития, а также в опасных, аварийных и чрезвычайных ситуациях, изучение условий здоровьесбережения населения.

Профессорско-преподавательский состав, инструкторы, психологи обращали внимание на необходимость постановки цели и объяснения значимости каждой темы для профессиональной деятельности пилотов, осознания ими ценности жизни каждого человека. Это способствует формированию мотивации и развитию ценностно-ориентированной сферы пилотов в их профессиональной деятельности.

В процессе опытно-экспериментальной работы важный акцент курсового обучения был сделан на развитие ценностно-ориентированной сферы пилотов, обращалось внимание на определение важности формирования ценностных ориентаций в обществе в их различных направлениях профессиональной деятельности, формулирование философских вопросов ценностей челове-

ческой жизни, раскрывающих роль формирования осознания личности; выявлялась роль ценностных ориентаций в области готовности пилотов к действиям в ЧС, обеспечении безопасности жизнедеятельности и здоровьесбережения человека, сохранении жизни и здоровья людей в опасных, аварийных и чрезвычайных ситуациях профессиональной деятельности пилота средствами познания действительности разными дисциплинами [7].

На формирующем этапе большую роль в формировании человеческих ценностей – духовности, нравственности, патриотизма – играли предметы таких направлений, как «История развития авиации в мире. История развития авиации в России». Инструкторы обращали внимание на анализ причин авиационных инцидентов в коммерческой авиации, который показал, что большинство из них произошло не столько из-за неисправности узлов и механизмов воздушного судна, сколько из-за человеческого фактора. Учебные занятия в данной области дополнялись знакомством с биографиями героев-пилотов, встречами с видными летчиками страны, экскурсиями в музеи образовательных организаций гражданской авиации. Слушатели были включены в дополнительную работу с первоисточниками, законодательными и нормативными документами, аналитическую деятельность по оцениванию действий пилотов и влиянию «человеческого фактора» в авиапроисшествиях, а также в дискуссионную работу с использованием новых форм и технологий в закреплении получаемых знаний: решение кейсов, ток-шоу, мероприятий образовательных технологий «ПОПС-формул», тест-проектов, круглых столов, диспутов, интеллектуальных веб-квестов, нетворкингов, деловых игр, в которых развиваются знания обучающихся во всех областях учебного плана. Нетворкинги помогают найти единомышленников или сплотить вокруг себя профессионалов в каком-либо вопросе и воспользоваться их знаниями, обогатив свои, обсудить важные проблемы, найти правильные пути решения поставленной проблемы, совершенствоваться в той или иной области познания.

В ходе исследования в обеих группах были выявлены показатели сформированности коммуникативной позиции в межличностном общении, уровни сформированности у них коммуникативных умений, умений делового общения, проведено изучение восприятия пилотами группы, а также определен уровень сформированности ценностных ориентаций в области готовности к действиям в ЧС как на констатирующем, так и на контрольном этапах.

Учебный план дополнительной профессиональной подготовки по направлению формирования готовности пилотов к действиям в чрезвычайных ситуациях (спецкурс)

№ п/п	Содержание спецкурсов по направлению готовности пилотов к действиям в чрезвычайных условиях	Целевая аудитория	Кол-во часов всего	Виды деятельности			
				лекции	Практ. зан.	с/р	Тест
	Модуль 1. Законодательная основа. Нормативные документы						
	Законодательная основа готовности пилотов к действиям в ЧС. Нормативные документы.	Пилоты	3	–	–	2	1
	Правовые и организационные вопросы безопасности труда авиаспециалистов	Пилоты	4	2	–	2	–
	Модуль 2 Теоретические основы ценностей и ценностных ориентаций						
	История авиации в мире. История авиации в России	Пилоты	2	–	2 Экскурсии	–	–
	Теоретические основы ценностей и ценностных ориентаций	<i>ППС</i>	2	–		2 с/р	–
		Пилоты	8	2	2	2	2
	История ценностей и ценностных ориентаций. Понимание ценностей и ценностных ориентаций в профессии пилота	Пилоты	5	–	2	2	1
	Модуль 3. Психолого-педагогический						
	Ключевые образовательные компетенции как основа формирования профессиональных качеств пилота в вопросах готовности к действиям в ЧС (коммуникативная ОК, профессиональная, социальная, валеологическая)	Пилоты	7	2	2	2	1
	Реализация компетентностного подхода и формирование ключевых профессиональных компетенций по обеспечению безопасности профессиональной деятельности пилота	Пилоты	4	–	2	2	
	Модуль 4. Факторы авиационной аварийности:						
	Человеческий фактор – фактор авиационной аварийности	Пилоты	17	6	4	4	3
	Теория ошибок человека в авиации, особенности психических процессов (восприятия, внимания, памяти) и переработки информации. Роль педагогики в решении психических процессов и недопущении опасных ситуаций	Пилоты	7	2	2	2	1
	Теории риска. Риск как фактор авиационной аварийности. Климатические, техногенные, человеческие риски в профессиональной деятельности пилота	Пилоты	7	2	2	2	1
	Система центральной регуляции при достижении цели формирования навыка достижения пилотами лучших результатов готовности к действиям в ЧС наиболее экономичным для организма путем. Определение навыка как автоматизированного элемента ранее осознанного действия	<i>ППС</i>	2	2	–	–	
		Пилоты	3	2	–	–	1
	Интегральная совокупность психических качеств личности, позволяющая исключать наличие «человеческого фактора» в ЧС	Пилоты	4	–	2	2	–

Окончание таблицы							
№ п/п	Содержание спецкурсов по направлению готовности пилотов к действиям в чрезвычайных условиях	Целевая аудитория	Кол-во часов всего	Виды деятельности			
				лекции	Практ. зан.	с/р	Тест
	Модуль 5 Интерактивные методы обучения						
	Использование новых интерактивных методов обучения и образовательных технологий в формировании готовности пилотов к действиям в ЧС: кейс-технологии, IT-технологии, проектно-исследовательская деятельность, ток-шоу, «ПОПС-формула», тест-проект, круглые столы, интеллектуальные и веб-квесты, деловые игры, нетворкинги и др.	ППС	2	2	–	–	
		Пилоты	2	2	–	–	
	Модуль 6 Итоговая аттестация						
	Контрольно-зачетное занятие по теме курсовой подготовки. Тестирование	Пилоты	2				2
	Пилоты, всего часов		75	20	20	22	13
	ППС, всего часов		6	4	–	2	–
	Итого часов		81	24	20	24	13

Сравнительный анализ на контрольном этапе выявил значительные изменения. Если для достаточно большого процента пилотов на констатирующем этапе был характерен невысокий уровень сформированности ценностного критерия, то на контрольном он значительно повысился. Сравнительный анализ на контрольном этапе показал значительный рост сформированности ценностных ориентаций в области готовности к действиям в чрезвычайной ситуации пилотов экспериментальной группы.

Ход и результаты опытно-экспериментальной работы были описаны, обсуждены и опубликованы ранее автором (А.А. Бирюков) в различных изданиях [8].

Динамика уровня сформированности ценностных ориентаций в области готовности пилотов гражданской авиации (ГА) к действиям в чрезвычайных ситуациях (ЧС) в начале эксперимента и на контрольном этапе дала положительные изменения, результаты проведенной экспериментальной работы показали значительный рост показателей формирования ценностных ориентаций пилотов экспериментальной группы, что позволит им в дальнейшей профессиональной деятельности успешно взаимодействовать как в группе профессионалов, так и с пассажирами на основе сформированных коммуникативных навыков, готовности к адаптивному поведению в условиях ЧС.

Таким образом, цель, которая была поставлена вначале – на что будут направ-

лены действия пилотов в условиях ЧС: на исполнение собственных потребностей либо на удовлетворение потребности общества – разрешена. Итоги аналитической деятельности показывают, что сформированные ценностные умения будут направлены на удовлетворение потребности общества.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». № 204. 7 мая 2018 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения: 29.05.2020).
2. Хлебодарова О.Б. Общая характеристика ценностей человека, их роль и место в структуре личности // Молодой ученый. 2012. № 6 (41). С. 357–361.
3. Нигматов З.Г. Гуманистические традиции педагогики. // Гуманистические традиции и инновации в педагогике: материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию РАО (Казань, 10 декабря 2003 г.). Казань: Изд-во КГПУ, 2003. 262 с.
4. Архангельский Л.М., Нестеров В.Г. Труд и мораль. Свердловск, 128 с.
5. Залюбовская Т.В., Одегов Ю.Г., Руденко Г.Г. Методика «Исследование восприятия индивидом группы»: учебное пособие. М.: Изд-во «Альфа-Пресс», 2010. 640 с.
6. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М.: Изд-во Института психотерапии, 2002. 339 с.
7. Колмогорова Л.А. Формирование коммуникативной компетенции личности: учебное пособие. Барнаул: АлГПУ, 2015. 205 с.
8. Бирюков А.А. Опытно-экспериментальная работа по формированию готовности пилотов гражданской авиации к действиям в чрезвычайной ситуации // Евразийский союз ученых. 2020. № 2–1. С. 18–26. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.71.581.

УДК 373.2:376.3

СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЭТНОПЕДАГОГИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

¹Гордеева О.Н., ²Кожанов И.В.¹ГБОУ Школа № 2065, Москва, e-mail: olga19941@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Чебоксары, e-mail: i.v.k.21@mail.ru

Статья посвящена проблеме этнопедагогизации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации: выявлению сущности и содержания данного процесса. На основе существующего определения термина «этнопедагогизация» как процесса интеграции традиционных (народных, национальных, этнических) культур с современными воспитательными системами, идеями, технологиями, создающими воспитательную среду (этнопедагогическое пространство) (Г.Н. Волков), авторами дается своя трактовка данного явления в рамках дошкольной образовательной организации как использование педагогического потенциала традиционной культуры в реализации образовательных задач в работе с детьми дошкольного возраста. Определение содержания этнопедагогизации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации выявило в его структуре три основных взаимосвязанных компонента: этнопедагогическую среду дошкольной образовательной организации (совокупность внешнего этнопедагогического пространства детского сада (этнопедагогически целесообразно организованное материальное окружение, в котором находятся воспитанники) и внутреннего его наполнения (динамическая сеть взаимосвязанных этнопедагогических событий, основой которых могут служить массовые мероприятия этнокультурной направленности)), этнопедагогическую деятельность воспитателей, детей и родителей (с подразделением на три уровня в зависимости от количества участников и масштаба проводимой деятельности) и этнопедагогическое просвещение родителей (реализуется через тематические родительские собрания, совместную организацию и участие в массовых мероприятиях, через реализацию специальных проектов). Авторами делается вывод о значимости этнопедагогизации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации для успешной социализации дошкольников.

Ключевые слова: этнопедагогизация, образовательный процесс, дети дошкольного возраста, дошкольная образовательная организация

ESSENCE AND CONTENT OF ETHNOPEDAGOGIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN A PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATION

¹Gordeeva O.N., ²Kozhanov I.V.¹School № 2065, Moscow, e-mail: olga19941@mail.ru;²Chuvash I. Yakovlev State Pedagogical University, Cheboksary, e-mail: i.v.k.21@mail.ru

The article is devoted to the problem of ethnopedagogization of the educational process in a preschool educational organization: identifying the essence and content of this process. Based on the existing definition of the term «ethnopedagogization» as a process of integration of traditional (folk, national, ethnic) cultures with modern educational systems, ideas, technologies that create an educational environment (ethno-pedagogical space) (G.N. Volkov), the authors give their own interpretation of this phenomenon in the framework of a preschool educational organization as the usage of the pedagogical potential of traditional culture in the implementation of educational tasks in working with preschool children. The determination of the content of ethnopedagogization of the educational process in a preschool educational organization revealed three main interconnected components in its structure: the ethno-pedagogical environment of the preschool educational organization (the totality of the external ethno-pedagogical space of the kindergarten (the ethno-pedagogically organized material environment in which the pupils are located) and its internal content (dynamic network of interconnected ethno-pedagogical events, which can be based on mass events of ethno-cultural orientation)), ethno-pedagogical activity of educators, children and parents (with a division into three levels depending on the number of participants and the scale of the activity) and ethno-pedagogical education of parents (implemented through thematic parent-teacher meetings, joint organization and participation in public events through the implementation of special projects). The authors conclude that ethnopedagogization of the educational process in preschool educational organizations is important for the successful socialization of preschool children.

Keywords: ethnopedagogization, educational process, preschool children, preschool educational organization

Современные тенденции развития системы образования в России определены запросом общества на подготовку подрастающего поколения к активной творческой жизни. Реализация основных целей системы образования предполагает необходимость приобщения детей к различным

аспектам социальной культуры, их своевременное социальное развитие.

В Федеральном государственном образовательном стандарте дошкольного образования [1] в качестве основных принципов дошкольного образования отмечаются: приобщение детей к социокультурным нор-

мам, традициям семьи, общества и государства и учет этнокультурной ситуации развития детей. Значительная представленность социокультурного, этнического компонента в образовательных областях также подтверждает значимость формирования ребенка-дошкольника не просто как гражданина страны, но и как представителя определенного этноса. Действительно, можно отметить, что всегда воспитывается человек сам по себе не абстрактный, но являющийся представителем определенного этноса, соответственно имеющий свойственные этому этническому сообществу этнопсихологические особенности, к которым относятся особенности этнического менталитета, специфическое проявление этнического сознания и самосознания, своеобразие проявления этничности во взаимодействии с другими людьми – представителями своей же этнической или иной группы.

Российская Федерация является мультикультурной, поликонфессиональной и многонациональной страной, что требует от педагогов, с одной стороны, учета этнического разнообразия в работе с детьми, опоры на этнические традиции, с другой – необходимости готовить детей к жизни в условиях поликультурной среды, прививая общие для любого народа ценности.

В подобных условиях значимой видится этнопедагогизация образовательного процесса в дошкольной образовательной организации, сущность и содержание которой требуют отдельного исследования.

Цель исследования: определение сущности и содержания этнопедагогизации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации.

Материалы и методы исследования

В качестве основного метода исследования мы использовали теоретико-методологический анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «этнопедагогизация» был предложен академиком РАО Г.Н. Волковым: «...процесс интеграции традиционных (народных, национальных, этнических) культур с современными воспитательными системами, идеями, технологиями, создающими воспитательную среду (этнопедагогическое пространство)» [2]. Приведенная дефиниция является устойчивой, вместе с тем существуют различные точки зрения на содержательное наполнение данной интеграции, выраженные в отличном описании сущности и содержания данного процесса.

М.Б. Кожанова указывает на то, что этнопедагогизация является целостным процессом «...системного исследования, изучения, освоения и применения богатейшего этнопедагогического наследия народов и стран». Данным понятием можно обозначать реализацию всего потенциала народной педагогики (ее опыта, идей, выраженных в конкретных формах и методах) в образовательном процессе [3].

С данной точкой зрения соглашается Д.В. Мучкаева, добавляя, что этнопедагогизация обеспечивает возможность осуществления общей совместной деятельности всех субъектов педагогического процесса, в рамках которой реализуются этнокультурные ценности и осуществляется этнокультурное воспитание подрастающего поколения [4].

Т.С. Тугутова этнопедагогизацию видит в естественном включении детей в народную хозяйственную и бытовую деятельность взрослых, доведении до детей народных ценностей, общественных норм поведения, традиционной культуры в понятной им форме: изложение, краткий рассказ, песня, музыка, игра [5].

Б.Ш. Алиева, З.Х. Омарасхабова, И.О. Багомаева отмечают, что каждый регион отражается в этнической педагогике окружением людей (социальным, природным и производственным), проживающих там, их образом жизни, тем специфичным, но близким и понятным подрастающему поколению набором приемов, методов, способов воспитания детей, который формируется под влиянием этого окружения, соответственно, более эффективным и действенным [6].

Таким образом, применительно к дошкольным образовательным организациям сущность этнопедагогизации образовательного процесса в них можно сформулировать как использование педагогического потенциала традиционной культуры в реализации образовательных задач в работе с детьми дошкольного возраста. Вместе с тем открытым остается вопрос о содержательном наполнении данного понятия.

Н.В. Кондрашова [7] видит организацию и проведение этнопедагогической работы с дошкольниками в трех аспектах:

– специально организованное обучение (комплекс мероприятий и непосредственно организованной деятельности, направленный на формирование у детей дошкольного возраста представлений о родном крае (истории, декоративно-прикладном искусстве, достопримечательностях, выдающихся деятелях), развитие родной речи, осуществляемых как опосредованно через рассказы педагогов, прослушивание народ-

ных сказок, чтение художественных произведений, так и непосредственно в ходе экскурсий, целевых прогулок, наблюдений, музыкальных занятий, занятий изобразительной деятельностью и т.п.);

– самостоятельная деятельность (организация предметно-развивающей среды, направленной на самореализацию и рефлексию знаний, чувств о родном этносе, народной культуре, знаменитых выходцах и достопримечательностях самими дошкольниками);

– совместная деятельность воспитателя и воспитанников (организация культурно-досуговых событий (праздников, спортивных состязаний, народных подвижных игр), проведение дидактических игр или бесед, предполагающих интенсивное насыщение жизни детей дошкольного возраста этнокультурной составляющей [7].

Можно согласиться, что разноплановая, разнообразная деятельность детей дошкольного возраста, этнокультурно насыщенная и обогащенная этнопедагогическим содержанием, эффективна в формировании этнокультурной осведомленности детей, углублении их знаний в области краеведения, музыкального и изобразительного творчества, при их приобщении к фольклору, восприятию наследия как родного, так и остальных народов, формировании собственного эмоционального отношения к явлениям народной жизни, становлении этнического самосознания и, в условиях полиэтнической многоконфессиональной Российской Федерации, формировании основ гражданской идентичности.

Вместе с тем очевидным является то, что этнопедагогизация образовательного процесса в дошкольной образовательной организации не может предполагать только проведение этнопедагогической работы с детьми, структура организации данного процесса складывается из следующих компонентов: этнопедагогическая среда дошкольной образовательной организации, этнопедагогическая деятельность воспитателей, детей и родителей, этнопедагогическое просвещение родителей. Раскроем содержание этих компонентов.

1. Этнопедагогическая среда дошкольной образовательной организации может рассматриваться как совокупность внешнего этнопедагогического пространства детского сада (этнопедагогически целесообразно организованное материальное окружение, в котором находятся воспитанники: оформление территории дошкольной образовательной организации, включая площадки для прогулок детей, дорожки, фасад здания, оформление стен, стендов, рекреаций

внутри детского сада, внесение этнических элементов в оформление музыкального и спортивного залов, групповых помещений и спален) и внутреннего его наполнения (динамическая сеть взаимосвязанных этнопедагогических событий, основой которых могут служить массовые мероприятия этнокультурной направленности).

Территория образовательной организации может быть оформлена в тематике народных сказок; в каждой группе организованы уголки народной культуры, предусматривающие соответствующие наглядные пособия, наборы для творчества «Куклы народов России», наличие кукол в национальной одежде, в группах размещены карта «Страны и народы мира», карта отдельных субъектов Российской Федерации (в зависимости от месторасположения детского сада). Детьми совместно с родителями создаются рукописные книги – сказки народов мира, которые доступны для всех малышей. В распоряжении воспитателей находятся книги с народными сказками, сборники загадок разных народов. В целях ознакомления дошкольников с этнической культурой выявленных в группе национальностей организуются выставки национальных культур при активном участии родителей. Воспитанники принимают участие в народных праздниках (Масленица, Пасха, Акатуй и др.), активно используются народные игры («День игр народов мира»), проводятся конкурсы этнокультурной направленности (конкурс пасхальных яиц, конкурс рисунков «Герои сказок», конкурс рисунков на асфальте «Моя Родина – Россия!» и др.) [8].

В создаваемой в дошкольной образовательной организации этнопедагогической среде должен быть максимально использован естественно-природный потенциал, являющийся условием гармоничного развития детей дошкольного возраста. При этом важными являются: стимулирование общения в детской среде на родном языке, учет этнических обычаев, сложившихся традиций, этнопсихологических особенностей дошкольников, что требует создания и поддержания особой духовно-нравственной среды, содержащей выраженные в народных идеалах личности ценностные ориентиры этнической педагогики.

2. В дошкольной образовательной организации в первую очередь педагогическим составом осуществляется этнопедагогическая деятельность. Вместе с тем для ее эффективной реализации необходимо активное включение всех субъектов педагогического процесса: педагогов, родителей и по мере роста и перехода детей

от объектной к субъектной позиции – самих воспитанников.

Можно выделить три уровня форм организации этнопедагогической деятельности в условиях дошкольной образовательной организации:

1) массовые мероприятия, примером которых служат различные традиционные народные праздники, рассчитанные на участие в них если не всего, то подавляющего большинства педагогического коллектива, детей и их родителей;

2) мероприятия с численностью участников 10–25 человек – работа различных кружков, связанных с постижением народного творчества и ремесла: мероприятия этнопедагогической направленности, осуществляемые в группах детей одного (или преимущественно одного) возраста;

3) этнопедагогическая деятельность в составе небольших групп (2–3 человека) – реализация конкретных творческих этнопедагогических дел, осуществляемая в паре с воспитателем и рассчитанная на перспективу личностного развития воспитанников.

Воспитательное воздействие средних по численности мероприятий по сравнению с массовыми и масштабными значительно выше, так как именно в составе небольшой группы легче складываются отношения, которые носят личностно значимый воспитывающий характер, однако крупные мероприятия и практически индивидуально реализуемая этнопедагогическая деятельность значительно усиливают педагогический эффект.

Данные уровни с соответствующими им формами этнокультурного воспитания предполагают появление синергетического воспитательного эффекта в результате взаимодействия и активного участия всех субъектов педагогического процесса. При этом необходимо отметить, что приобщение детей дошкольного возраста к родной культуре, культурам других этносов, формирование взаимного уважения, толерантности и эмпатии и в целом всестороннее развитие личности воспитанников в современных условиях массовой компьютеризации и цифровизации всех сфер жизнедеятельности становятся достижимыми и увлекательными для детей при использовании информационно-коммуникативных технологий в подаче этнокультурного материала. Для более прочного закрепления и усвоения дошкольниками информации об этническом многообразии России, общности и неповторимости культур отдельных народов или субъектов Российской Федерации, в целях этнического самоопределения старших дошкольников педагога-

ми могут быть предложены темы для создания родителями и детьми видеороликов: «Народные праздники», «Сказки моего народа», «Многонациональная Российская Федерация», «Традиции моей семьи».

3. Важными участниками образовательного процесса являются родители дошкольников, что делает необходимыми организацию и проведение систематической работы по их этнопедагогическому просвещению, реализуемые через тематические родительские собрания, совместную организацию и участие в массовых мероприятиях, через реализацию специальных проектов (например, проведение «Папиных уроков», в рамках которых папы воспитанников проводят беседу, рассказ или занятие на ту или иную тему этнокультурной направленности, предложенную воспитателем или с ним согласованную; работа специально организованного «Родительского клуба» и т.п.).

Этнопедагогическое просвещение родителей воспитанников включает такие составляющие, как:

- исследование опыта народного воспитания – сбор, анализ и обобщение явлений традиционного народного воспитания (его содержание, используемые методы, средства, формы воспитательного воздействия, представления о народном идеале личности);

- изучение опыта народного воспитания – значительное расширение, углубление знаний о частных и общих традициях народного воспитания, общих принципах этнической педагогики, ее направленности;

- освоение этнической педагогики – персонификация усвоенных этнопедагогических идей и опыта народного воспитания, познание себя через призму народной мудрости;

- применение этнической педагогики – приобщение детей к богатству этнической культуры.

Важно понимание родителями важности и значимости родного языка для ребенка, поскольку в процессе его освоения дети приобщаются к культуре своего народа, его духовным и материальным ценностям, знакомятся с историей родного края, необходимостью формирования уважительного отношения к другим народам и их представителям. Также большую роль играют поддержание интереса к народной культуре, использование фольклора в ситуациях обычной повседневной жизни в семье.

Выводы

Проведенный анализ литературы по проблеме исследования позволяет гово-

речь об этнопедагогизации как о процессе интеграции этнических культур с современными воспитательными системами. В рамках дошкольной образовательной организации педагогический потенциал традиционной культуры используется в реализации образовательных задач в работе с детьми дошкольного возраста. Содержание этнопедагогизации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации можно представить следующими взаимосвязанными компонентами: этнопедагогическая среда дошкольной образовательной организации, этнопедагогическая деятельность воспитателей, детей и родителей, этнопедагогическое просвещение родителей.

Этнопедагогизация образовательного процесса в дошкольной образовательной организации не является самоцелью – в условиях полиэтничной среды она необходима для успешной социализации дошкольников, их вхождения в культуру родного народа, приобщения к культуре других народов, что является основой для последующего формирования гражданской идентичности личности.

Список литературы

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 17 октября 2013 г. № 1155 г. Москва «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» // Российская газета. 25 ноября 2013 г.
2. Райцев А.В., Елхиева М.К., Маргиева К.Р. Концепция и теоретическая модель организации этнопедагогического воспитания учащейся молодежи // Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016. № 118–2. С. 53–56.
3. Кожанова М.Б. Этнопедагогизация воспитательного процесса как системообразующий фактор регионального компонента содержания образования // Вестник ОГУ. 2006. № 6–1. С. 72–77.
4. Мучкаева Д.В. Этнопедагогизация воспитания дошкольников в учреждении дополнительного образования детей // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2018. № 1. С. 187–190.
5. Тугутова Т.С. Этнопедагогические основы экологического воспитания эвенков // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. 2019. № 1. С. 71–76.
6. Алиева Б.Ш., Омарасхабова З.Х., Багомаева И.О. Традиционные приемы этнопедагогизации экологического образования и воспитания в школах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2017. № 4. С. 219–224.
7. Кондрашова Н.В. Этнопедагогическая деятельность дошкольных образовательных учреждений в поликультурных регионах России // Концепт. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://e-koncept.ru/2014/14032.htm> (дата обращения: 07.05.2020).
8. Кожанов И.В. Формирование гражданской идентичности личности в процессе этнокультурной социализации в системе непрерывного образования: дис. ... докт. пед. наук. Чебоксары, 2018. 463 с.

УДК 37.06

К ОБОСНОВАНИЮ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СЕМЬИ КАК СУБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДЕТЕЙ

Гребенникова В.М., Игнатович В.К., Игнатович С.С.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар,

e-mail: vmgrebennikova@mail.ru

Статья посвящена проблеме методологического обоснования социально-педагогической поддержки семьи как субъекта образования. Актуальность данной проблемы связана с тем, что современная семья, выступающая в роли субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка, нуждается в новых средствах, обеспечивающих эффективность этой деятельности. В качестве этих новых средств обосновано включение родителей в совместную творческую деятельность с детьми, направленную на освоение новых социокультурных практик, и выстраивание на этой основе педагогически целесообразных детско-родительских отношений, основанных на формировании в семье событийной общности взрослых и детей. Показано, что освоение родителями этих средств может эффективно осуществляться в процессе их взаимодействия с учреждениями дополнительного образования. Однако существующие модели взаимодействия семьи и образовательных институтов базируются на устаревших методологических основаниях, не обеспечивающих возможности становления их субъект-субъектного диалога. В статье проанализированы современные тенденции развития сферы взаимодействия семьи с внешними социальными и образовательными институтами, выделены методологические основания проектирования инновационной модели взаимодействия семьи и учреждения дополнительного образования, охарактеризованы базовые компоненты этой модели. Сделан вывод о том, что социально-педагогическая поддержка семьи, выступающей в роли субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка, требует опоры на новые методологические основания, отражающие психологическую природу со-бытийной общности детей и взрослых.

Ключевые слова: семья, социально-педагогическая поддержка, индивидуальная образовательная траектория, дополнительное образование, социокультурные практики

FOR THE SUBSTANTIATION OF THE MODEL OF SOCIO-PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE FAMILY AS A SUBJECT OF DESIGNING INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY OF CHILDREN

Grebennikova V.M., Ignatovich V.K., Ignatovich S.S.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: vmgrebennikova@mail.ru

The article is devoted to the problem of methodological substantiation of socio-pedagogical support of the family as a subject of education. The relevance of this problem is due to the fact that the modern family, acting as the subject of designing the individual educational trajectory of the child, needs new tools to ensure the effectiveness of this activity. The inclusion of parents in joint creative activities with children aimed at mastering new sociocultural practices is justified as these new tools, and building on this basis pedagogically appropriate parent-child relationships based on the formation in the family of an event community of adults and children. It is shown that the development of these funds by parents can be effectively carried out in the process of their interaction with institutions of additional education. However, the existing models of interaction between the family and educational institutions are based on outdated methodological foundations that do not provide the possibility of the formation of their subject-subject dialogue. The article analyzes current trends in the development of the sphere of family interaction with external social and educational institutions, substantiates the methodological foundations for designing an innovative model of family interaction and institutions of additional education, describes the basic components of this model. It is concluded that the socio-pedagogical support of the family, acting as the subject of designing the individual educational trajectory of the child, requires support on new methodological foundations that reflect the psychological nature of the eventual community of children and adults.

Keywords: family, social and pedagogical support, individual educational trajectory, additional education, sociocultural practices

В современных условиях, характеризующихся динамичными изменениями большинства сфер общественной жизни, взаимодействие семьи с различными образовательными институтами постепенно приобретает черты новой социокультурной практики, отличающейся от аналогов прежних лет тем, что это взаимодействие строится в формате субъект-субъектного диалога. Этот факт уже привлек внимание многих исследователей, однако проблема

обоснования содержания и способов такого взаимодействия разработана далеко не полно. Достоверно можно утверждать лишь то (на этом сходятся большинство современных исследователей данной проблемы), что традиционные форматы «родительского всеобуча» в новых условиях обладают крайне низкой эффективностью. Причина этого кроется в том, что современная семья постепенно и относительно успешно осваивает новые позиции, с которых предъяв-

ляет свою субъектность внешним социальным институтам. Одна из таких позиций, в которой утверждает себя современная семья, – это позиция субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка. В этой связи возникает научная проблема методологического обоснования эффективных моделей социально-педагогической поддержки семьи, выступающей в новом для себя качестве субъекта образования.

Наше исследование имеет целью обоснование модели социально-педагогической поддержки семьи как субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка, реализуемой в системе ее особых взаимодействий с внешними образовательными институтами. В частности, мы рассматриваем содержание и формы такого взаимодействия с учреждениями дополнительного образования, которые, по оценкам экспертов, обладают большими возможностями инновационного развития практики взаимодействия с семьями учащихся.

В настоящей статье дается описание модели такого взаимодействия, основанной на принятии педагогически целесообразно организованной совместной творческой деятельности детей и родителей в качестве ее системообразующего компонента.

Материалы и методы исследования

Обоснование эффективности данной модели базируется в первую очередь на результатах анализа современных тенденций развития семьи во взаимодействии с внешними социальными институтами. Нами был осуществлен анализ научной литературы, изучены публикации, отражающие современные подходы к изучению проблем развития института семьи во взаимодействии с внешними институтами, в первую очередь образовательными. На основе проведенного анализа выделены наиболее актуальные тенденции развития современной семьи именно как субъекта образования, реализующего свою субъектность в диалоге с обществом.

Результаты исследования и их обсуждение

Одна из таких тенденций характеризуется существенным расширением спектра и изменением содержания взаимодействия семьи с различными социальными институтами. Как отмечает в своем исследовании А. Носкова, «поражает пристальное внимание наших коллег к решению актуальных социальных вопросов в рамках существующего законодательства, их детальный

анализ конкретных жизненных проблем, с которыми рано или поздно сталкивается каждый человек» [1, с. 149]. Именно обращенностью к разнообразным конкретным проблемам семьи, возникающим в общем контексте глобализации современного мира, характеризуется современный этап развития института ее социально-педагогической поддержки.

Однако непосредственно проблема обеспечения доступности качественного образования для детей как новый «вызов времени» именно в этом контексте еще не стала в полной мере предметом теоретической рефлексии. Проблемы становления семьи именно как субъекта образования и шире – образовательной политики в большей степени связаны с конкретной исторической ситуацией развития российского общества на рубеже XX–XXI вв. Как отмечают в своем исследовании эволюции идеи развития воспитательного потенциала российской семьи А.И. Санникова и В.В. Коробкова, «изменения в стране, наступившие в начале 1990-х гг., привели к изменению потребностей в сфере взаимодействия школы и семьи. Это было закономерно обусловлено изменениями в политической, экономической и социальной жизни общества, процессами демократизации и гуманизации отечественной системы образования, расширением практики взаимодействия семьи с социальными институтами, общественными организациями» [2]. По мнению авторов, стержневой линией развития системы взаимодействия семьи и образовательных институтов на современном этапе развития общества является «констатация возрастающей потребности общества, образовательных учреждений и, конечно, семьи в развитии субъектности ребенка» [2]. Такая «смена курса» повлекла существенное изменение не только в методах, но и в самом содержании помощи семье в решении проблем образования и воспитания детей. Если в предшествующий период истории акцент приходился на информирование родителей об оптимальных способах педагогического воздействия на детей, то в новых условиях важнейшей характеристикой воспитательного потенциала семьи становится ее возможность адекватно реагировать на «постоянное влияние детей на родителей и других взрослых членов семьи» [3, с. 80]. В настоящее время это влияние носит настолько выраженный характер, что, по мнению Д.И. Фельдштейна, становится существенным основанием для пересмотра всей системы взаимоотношений Мира взрослых и Мира детства [4].

Характеризуя систему взаимодействия семьи и внешних образовательных институтов на современном этапе, нельзя не выделить следующую закономерность ее развития. На смену достаточно укорененному в массовом педагогическом сознании постулату о том, что родитель как социальный партнер помогает школе в вопросах эффективного воспитания и развития, адаптации и социализации школьников, а образовательные организации обладают ресурсами оказания своевременной поддержки семьям в интересах благополучия школьника [5], приходит понимание того, что предметом взаимодействия семьи и школы становится проектирование новых возможностей получения детьми качественного образования [6]. Для выбора методологических оснований социально-педагогической поддержки современной семьи эта тенденция, безусловно, является одной из самых значимых.

Таким образом, можно констатировать, что в современной социокультурной ситуации сформировались предпосылки становления новых практик социально-педагогической поддержки семьи: возрастание роли ее участия в решении практических проблем получения детьми качественного образования, повышение уровня субъектности детей и родителей в выборе индивидуальной образовательной траектории, стремление семьи стать участником ее проектирования во взаимодействии со школой и другими образовательными институтами. В то же время существующие модели такого взаимодействия во многом воспроизводят прежний опыт родительского просвещения. Это характеризует не только общеобразовательную школу, но и учреждения дополнительного образования. Так, характеризуя содержание и основные направления социально-педагогической поддержки семьи в учреждениях дополнительного образования, М.И. Болотова и А.Д. Набиуллина указывают, что большинство родителей не имеют достаточных знаний по педагогике и психологии, поэтому среди многообразных форм работы с родителями приоритетом выступает «просветительская работа, включающая беседы и семинары, раскрывающие особенности ребенка, роль понимания взрослыми задатков и способностей детей, ступени становления интеллектуальной и творческой одаренности и т.п.» [7]. Даже отмечая, что большое значение имеет участие родителей в жизни творческого объединения, в котором занимаются их дети, авторы определяют содержание этого участия как наблюдение за собственным ребенком и оценку его достижений. Главная польза, которую при этом получают родители, со-

стоит в том, что, «сравнивая поведение ребенка дома и в детском коллективе, оценивая его достижения на занятиях, взрослые могут по-иному взглянуть на своего ребенка, понять его уникальность, особую чувствительность к любым воздействиям, его потребность в поддержке и поощрении» [7].

Нисколько не ставя под сомнение важность этих форм работы с родителями, отметим, что в таком варианте их пассивного участия в образовательном процессе их позиция субъектов проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка не реализуется в полной мере. Более того, можно утверждать, что такой способ участия родителей в образовательном процессе в большей степени характерен для формальной образовательной среды (например, общеобразовательной школы). В системе же дополнительного образования, где индивидуальная образовательная траектория учащихся, как было показано в наших предшествующих исследованиях, выстраивается в логике творческого освоения культурных содержаний неформальной образовательной среды [8], родители имеют возможность непосредственно становиться для ребенка частью этой среды, моделируя вместе с ним процесс его индивидуального образовательного продвижения. Именно в этом может проявляться их субъектная позиция. Однако реализация этой возможности во многом требует переосмысления целей и содержания их взаимодействия с образовательным учреждением.

В разработанной нами модели социально-педагогической поддержки семьи, выступающей в качестве субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка, традиционные компоненты (консультирование, просвещение, диагностика и т.д.) встроены в общий смыслообразующий контекст организации совместной творческой деятельности детей и родителей. Именно в процессе такой деятельности может быть осуществлен осознаваемый шаг продвижения ребенка по индивидуальной образовательной траектории. В этой связи методологическую базу социально-педагогической поддержки семьи составляют системно-деятельностный подход и принцип индивидуализации.

Системно-деятельностный подход. Социально-педагогическая поддержка представляет собой систему взаимосвязанных видов деятельности, целостность которой обеспечивает формирование готовности семьи занимать позицию субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка. К этим видам деятельности относятся: совместное (ребенок –

взрослый) целеполагание индивидуальных образовательных результатов ребенка с учетом особенностей социальной ситуации его развития; совместное (ребенок – взрослый) творческое освоение различных социокультурных практик (это понятие ранее было раскрыто нами в [9]), требующих освоение субъективно новых для ребенка и родителей проектно-преобразовательных средств; оценка результатов освоения избранных социокультурных практик и рефлексия совершаемых шагов продвижения по индивидуальной образовательной траектории.

Принцип индивидуализации. Социально-педагогическая поддержка семьи призвана обеспечить включенность детей и родителей в проектирование индивидуальных образовательных результатов, понимаемых как «совершенный субъектом шаг своего продвижения по индивидуальной образовательной траектории, открывающий ему новые возможности самостоятельного решения определенного круга творческих задач» [10, с. 130]. Для реализации данного принципа крайне важное значение имеют два аспекта, в которых индивидуализация рассматривается современными исследователями (А.Г. Асмолов, Т.М. Ковалева, В.Т. Кудрявцев и др.). Во-первых, индивидуальные образовательные результаты ребенка должны быть сориентированы на зону его ближайшего развития, где они имеют подлинно индивидуальное значение для конкретного ребенка. Именно закладывая контуры зоны ближайшего развития, родители совместно с детьми в полной мере выступают субъектами проектирования индивидуальной образовательной траектории. Во-вторых, эта деятельность детей и родителей не может не носить совместный, со-бытийный характер. Как, в частности, отмечают А.Г. Асмолов и В.Т. Кудрявцев, зона ближайшего развития ребенка «всегда вариативна, предельно индивидуализирована, а ее границы весьма подвижны. Что в расширении (и сужении) этих границ участвуют не только взрослые, но и дети, взаимодействующие друг с другом» [11]. Таким образом, проектирование индивидуальной образовательной траектории представляет собой сотворчество ребенка и взрослого, осуществляемое ими в процессе решения смысловых задач.

Модель, базирующаяся на данных методологических основаниях, включает в себя следующие компоненты.

Целевой компонент определяет общую направленность взаимодействия детей и взрослых членов их семей на формирование у них спектра компетенций, определяющих их готовность к выбору и само-

стоятельному освоению индивидуальной образовательной траектории в открытом социокультурном пространстве. К таким компетенциям относятся:

- способность детей и взрослых занимать позицию субъектов образовательного продвижения, реализуя ее в свободном выборе социокультурных практик для совместного творческого освоения;

- способность к определению целей продвижения по индивидуальной образовательной траектории, мотивированных ценностями личностного и профессионального самоопределения;

- умение осознанно овладевать проектно-преобразовательными средствами освоения окружающей среды;

- готовность сотрудничать с партнерами по деятельности в различных групповых форматах;

- способность к самооценке результатов совместной деятельности и рефлексии нового социального опыта (как у детей, так и у их родителей).

Содержательный компонент включает разнообразные виды совместной творческой деятельности детей разного возраста и их родителей (подготовка и проведение праздников и спортивных соревнований, постановка театральных спектаклей, съемка видеofilмов, игровое конструирование социально значимых объектов, подготовка и проведение Фестивалей семейного творчества и т.д.), реализуемые в общей логике творческого освоения социокультурных практик. В частности, к таким видам деятельности могут быть отнесены: подготовка и проведение праздников и спортивных соревнований, постановка театральных спектаклей, съемка видеofilмов, игровое конструирование социально значимых объектов, подготовка и проведение Фестивалей семейного творчества и т.д.

Регулятивный компонент представляет собой педагогически целесообразно организованное клубное общение, обсуждение проблем становления семьи и развития детей, ведение наблюдений и фиксация значимых событий жизни ребенка, осуществляемые в условиях специально организованного тьюторского сопровождения.

Оценочный компонент состоит в организации образовательных событий как формы оценивания индивидуальных достижений детей разного возраста по показателям их готовности к самостоятельному освоению индивидуальной образовательной траектории. К таким показателям в нашей концепции отнесены:

- способность к осмыслению проблемности осваиваемых содержаний культуры;

- способность к постановке и формулированию проектных задач из позиции субъекта преобразований осваиваемых социокультурных практик;
- способность к применению имеющихся и освоению новых знаний, необходимых для продуктивного решения проектных задач;
- способность продуцировать оригинальные творческие идеи;
- способность искать и обрабатывать необходимую для решения задач информацию и другие внешние ресурсы;
- способность строить продуктивные коммуникации и сотрудничать с партнерами по совместной творческой деятельности.

Заключение

На основании сказанного можно заключить, что социально-педагогическая поддержка семьи, выступающей в роли субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка, требует опоры на новые методологические основания, отражающие психологическую природу со-бытийной общности детей и взрослых, в условиях которой эта траектория может выводить их в совместно осваиваемую зону ближайшего развития. Крайне важным, но пока еще мало востребованным ресурсом развития системы взаимодействия семьи и учреждений дополнительного образования при этом выступает организация совместной творческой деятельности детей и родителей, интегрированная в целостный образовательный процесс. Именно в ходе этой деятельности может быть осмыслено проблемное поле проектирования индивидуальных образовательных траекторий детей разного возраста, а традиционные формы взаимодействия, такие как консультирование, просвещение и т.д., обретают выраженную индивидуализированную направленность.

Обоснованная нами модель социально-педагогической поддержки семьи, включающая целевой, содержательный, регулятивный и оценочный компоненты, предполагает субъектную и деятельностную включенность родителей, воспитывающих детей разного возраста, в процесс ценностного выбора приоритетов образовательной политики, осуществляемый в данном случае на уровне самоопределения семьи в культурно-образовательном пространстве региона и страны. Экспериментальная апроба-

ция данной модели осуществляется нами на базе Федеральной экспериментальной площадки Центр дополнительного образования «Хоста» г. Сочи.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-013-00163 А «Методология и технология социально-педагогической поддержки семьи как субъекта проектирования индивидуальной образовательной траектории ребенка»).

Список литературы

1. Носкова А.В. Семья перед лицом вызовов глобализирующегося мира (Заметки с европейской конференции) // Социологические исследования. 2013. № 5 (349). С. 147–149.
2. Санникова А.И., Коробкова В.В. Эволюция идеи развития воспитательного потенциала семьи в открытом образовательном пространстве России конца XIX – начала XXI в.: историко-методологический аспект // Общество. 2016. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://dom-hors.ru/files/arhiv_zhurnala/spp/2016/1/pedagogics/sannikova-korobkova.pdf (дата обращения: 19.05.2020).
3. Матвейчик З.Я. Семья и социальная работа // Социальная работа. 1993. № 7. С. 77–84.
4. Фельдштейн Д.И. Глубинные изменения детства и актуализация психолого-педагогических проблем развития образования. СПб.: СПбГУП, 2011. 36 с.
5. Камакина О.Ю. Социальное партнерство семьи и школы для сохранения и укрепления здоровья обучающихся // Общество: социология, психология, педагогика. 2016. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnoe-partnerstvo-semi-i-shkoly-dlya-sohraneniya-i-ukrepleniya-zdorovya-obuchayuschih-sya/viewer> (дата обращения: 30.05.2020).
6. Гошин М.Е., Мерцалова Т.А. Типы родительского участия в образовании, социально-экономический статус семьи и результаты обучения // Вопросы образования. 2018. № 3. С. 68–90.
7. Болотова М.И., Насибуллина А.Д. Основные направления социально-педагогической поддержки семьи в учреждении дополнительного образования детей // Здоровье семьи – 21 век: электронное периодическое издание. 2010. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fh-21.perm.ru/download/5_1.pdf (дата обращения: 26.05.2020).
8. Игнатович В.К., Игнатович С.С. Понятие индивидуальных образовательных результатов учащихся в контексте индивидуализации процесса дополнительного образования детей // Педагогика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 2. № 2. С. 4–15.
9. Игнатович В.К., Игнатович С.С., Гребенникова В.М., Бондарев П.Б. Проектирование индивидуального образовательного маршрута: проблема готовности субъекта: монография / Под науч. ред. В.К. Игнатовича. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. 144 с.
10. Игнатович В.К., Игнатович С.С. Проектирование индивидуальных образовательных результатов учащихся: возрастной аспект // Психолого-педагогический поиск: научно-методический журнал. 2019. № 3 (51). С. 128–143.
11. Асмолов А., Кудрявцев В. Непройдённая зона // Обруч. 2016. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://tovievich.ru/book/obrazovanie/7859-aleksandr-asmolov-vladimir-kudryavcev-neproydennaya-zona.html> (дата обращения: 30.05.2020).

УДК 378:372.881.161.1

ПОВЫШЕНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СЛУШАТЕЛЕЙ ЮРИДИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «РУССКИЙ ЯЗЫК В ДЕЛОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. КУЛЬТУРА РЕЧИ»

Довгань Е.А.

*ФГКОУ ВО «Ростовский юридический институт МВД России», Волгодонский филиал,
Волгодонск, e-mail: polykovatat@yandex.ru*

В статье рассматривается сущность и проблема повышения коммуникативных способностей слушателей юридического института МВД в течение освоения курса «Русский язык в деловой документации. Культура речи». Поставленная цель включает в себя анализ учебного материала, который способствует повышению коммуникативных навыков, осмысление методологических технологий, которые направлены на улучшение речевых навыков слушателей юридического института. На основе проведенного анализа сделан вывод, что в современном мире проблема повышения речевых особенностей сотрудников внутренних дел в недостаточной степени исследована. Автором были раскрыты современные требования к процессу обучения слушателей в высшей профессиональной школе. Представлены основные подходы к совершенствованию коммуникативных способностей. Для чистоты эксперимента был проведен опрос среди обучающихся, которые имеют высшее юридическое и неюридическое образование. Респонденты показали средний уровень знаний о теоретических и практических основах профессионального общения. Они смогли дать подробные ответы на заданные открытые (структурированные) вопросы. Определена сущность коммуникации слушателей, проблема и способы ее решения, факторы успешного осуществления профессионального общения. В данной работе автор приходит к мысли о том, что для повышения коммуникативных способностей слушателей необходимо использовать новые педагогические технологии.

Ключевые слова: служебное общение, язык деловой речи, нормативность, культурно-эстетический потенциал, должностные обязанности, коммуникация, профессиональная компетентность

IMPROVING COMMUNICATION SKILLS STUDENTS OF THE LAW INSTITUTE OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA IN THE COURSE OF STUDYING THE DISCIPLINE «RUSSIAN LANGUAGE IN BUSINESS DOCUMENTATION. CULTURE OF SPEECH».

Dovgan E.A.

*Rostov law Institute of the Ministry of internal Affairs of Russia, Volgodonsk branch,
Volgodonsk, e-mail: polykovatat@yandex.ru*

This article discusses the essence and problem of improving the communicative abilities of students of the law Institute of the Ministry of internal Affairs during the course of «Russian in business documentation. Culture of speech». The goal includes the analysis of educational material that contributes to improving communication skills, understanding of methodological technologies that are aimed at improving the speech skills of students of the law Institute. Based on the analysis, it is concluded that in the modern world, the problem of improving the speech characteristics of internal Affairs employees is insufficiently studied. The author has revealed the modern requirements for the process of training students in higher professional schools. The main approaches to improving communication skills are presented. For the frequency of the experiment, a survey was conducted among students who have higher legal and non-legal education. Respondents showed an average level of knowledge about the theoretical and practical foundations of professional communication. They were able to give detailed answers to open-ended (structured) questions. The essence of communication of listeners, the problem and ways to improve it, factors of successful implementation of professional communication are defined. In this paper, the author comes to the idea that to improve the communicative abilities of students, it is necessary to use new pedagogical technologies.

Keywords: service communication, business language, normativity, cultural and aesthetic potential, job responsibilities, communication, professional competence

Коммуникативная компетенция человека является основополагающей в современном мире. Жизнь каждого из нас буквально пронизана речевыми контактами с другими людьми. Потребность в общении — одна из самых доминантных способностей человечества. Современный этап развития государства характеризуется повышенным вниманием к совершенствованию процесса воспитания, образования, к созданию новых технологий, в частности связанных

с формированием коммуникативных способностей. Поэтому в данных условиях развития общества предъявляют повышенные требования к качеству подготовки выпускников вузов, так как от этого зависит эффективность выполнения служебных обязанностей сотрудниками правоохранительных органов [1]. Обучающиеся совершенствуют свои коммуникативные навыки на занятиях по дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи», потому что

образовательная функция данного курса в вузе состоит в том, чтобы:

- выработать способность грамотно излагать информацию в соответствии с особенностями функциональных стилей современного русского языка;

- сформировать способности моделировать коммуникативные условия в зависимости от языковой картины действительности; развивать умения выбирать речевую форму, способ выражения в зависимости от языковой обстановки [2].

По мнению Н.М. Шанского, коммуникативная компетенция – это «способность индивида решать языковыми средствами те или иные коммуникативные задачи в разных сферах и ситуациях общения... являет собой нерасторжимое единство двух компонентов – лингвистического и социального, связь определенного объема лингвистических и социальных знаний с умениями и навыками общения» [3].

Вопрос повышения речевых способностей обучающихся всегда актуален, так как человеческая жизнь немыслима без общения. Дисциплина «Русский язык в деловой документации. Культура речи» направлена на совершенствование коммуникативных способностей слушателей. Проблема повышения коммуникативных способностей обучающихся вуза была интересна многим ученым. Ряд исследователей (И.А. Алехин, А.И. Каменев, И.А. Федосеева) теоретически обосновали условия формирования коммуникативных способностей слушателей юридического института. А.Д. Лопуха, Л.В. Мардахаев, Д.В. Суслов, Е.В. Соломатин исследовали проблему развития системы военно-педагогического образования в органах внутренних дел Российской Федерации. Так, В.И. Байденко, Л.В. Доломанюк, А.М. Егорычев, Э.Ф. Зеер, Е.Я. Коган, И.А. Федосеева раскрыли теоретические положения, показывающие существенные характеристики коммуникативного подхода в образовании.

Анализ психолого-педагогической литературы по проблеме повышения коммуникативных способностей слушателей позволил выявить ряд противоречий между требованиями к слушателям юридического института, которые зафиксированы в нормативных документах, и низким уровнем сформированности речевых способностей обучающихся [4]. Вопрос повышения коммуникативных способностей обучающихся юридического института в настоящее время недостаточно изучен и требует дальнейшей исследовательской работы.

В связи с этим нами была определена цель: разработать и экспериментально

апробировать современные педагогические технологии повышения коммуникативных способностей слушателей юридического института на занятиях по дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи».

Материалы и методы исследования

В нашем исследовании участвовали слушатели двух учебных групп, которые осваивают образовательную программу профессионального обучения «Профессиональная подготовка лиц среднего и старшего начальствующего состава, впервые принятых на службу в органы внутренних дел Российской Федерации и имеющих высшее или среднее профессиональное (неюридическое) образование, по должности служащего «Полицейский». В работе использованы общие методы научного исследования: диалектический, системный, моделирование, анкетирование, деловые и ролевые игры, тестирование – выявление уровня коммуникативных способностей слушателей проводилось по следующим критериям: высокий, средний, ниже среднего.

Результаты исследования и их обсуждение

Знание юридической терминологической системы необходимо сотруднику полиции, так как по долгу службы приходится общаться с различными категориями граждан. [4]. На данные понятия распространяются все признаки точной лексики: однозначность понятий; отсутствие эмоциональной окрашенности; автономность (независимость от контекста).

Все признаки необходимо знать сотруднику полиции. Строгость и четкость юридических формулировок зафиксирована на законодательном уровне. Для профессионального выполнения своих обязанностей необходимо соблюдать следующие требования:

- правильность – умение составлять лимитированные документы;
- логичность – оправданное использование речевых стандартов-клише;
- объективность – неличный характер передачи информации;
- уместность – адекватное использование специализированной лексики;
- публичность – представление материала на совещаниях, встречах, лекциях с использованием ораторского стиля изложения.

В настоящее время современный сотрудник полиции является пропагандистом правовых знаний. Именно учебный предмет «Русский язык в деловой документации. Культура речи» помогает ов-

ладеть нормативным аспектом, развивает лингвистическое чутье, совершенствует ораторские способности, которые привлекают внимание слушателей и убеждают аудиторию в правильности принятия решений. Необходимость говорить о правильности публичных выступлений сотрудника отделения полиции возникла с появлением суда присяжных в России, чье мнение во многом зависит от профессионализма судебного спикера. Умение излагать мысли публично, несомненно, является показателем профессионализма сотрудника органов внутренних дел Российской Федерации, его оружием воздействия. Несмотря на вышесказанное, каждый сотрудник полиции должен помнить, что язык – великое оружие, которое помогает достичь поставленных целей. Необходимо знать, что юридическая коммуникация функционирует в окружающей среде и используется живыми людьми. Профессиональное общение подчиняется механизмам когнитивного моделирования. Современная практика доказывает, что выпускники юридического института не владеют на должном уровне языковыми нормами. Допускаются грамматические, стилистические, и другие виды ошибок при составлении служебных документов. В результате этого возникает потребность в поиске успешных педагогических путей повышения уровня коммуникативных способностей слушателей, формирования языкового опыта, обеспечивающего эффективность общения в различных сферах профессиональной деятельности [5].

Содержательный материал дисциплины «Русский язык в деловой документации. Культура речи» направлен на следующее:

- совершенствовать умение свободно оформлять и выражать свои мысли и чувства в устной и письменной форме;
- овладеть основными нормами русского литературного языка;
- соблюдать этический аспект современного общества [5].

Одной из ключевых задач курса является совершенствование коммуникативных способностей обучающихся. Это помогает пониманию социальной значимости будущей профессии, выполнению гражданского и служебного долга в соответствии с нормами морали и служебного этикета.

В ходе исследования специфики профессиональных коммуникаций навыков слушателей, на констатирующем этапе был проведен опрос, для этого были предложены следующие вопросы:

1. Назовите аспекты понятия «культура речи».

2. Охарактеризуйте нормативный уровень владения языком.

3. Перечислите механизмы для совершенствования речевой компетенции.

4. В чем заключается профессиональная коммуникация сотрудника внутренних дел РФ?

5. Назовите основные способы подготовки к профессиональной компетенции.

6. Каким уровнем коммуникативной компетенции вы владеете?

7. Определите свой уровень владения коммуникативными нормами.

Все респонденты смогли дать подробные ответы на вопрос: «Как же можно повысить способность красиво излагать мысли?» Среди основных компонентов профессионального общения в своей специальности слушатели указали:

- тактичность;
- точность в трактовке терминов из сферы своей деятельности;
- вежливость при обращении ко всем категориям граждан;
- понятность профессиональной речи;
- толерантность.

Участники отмечают, что «...самое главное требование к речи сотрудника внутренних дел РФ – это умение правильно излагать свои мысли, используя законодательную базу РФ».

По мнению респондентов, профессиональная коммуникация полицейского – это «...общение и взаимодействие с людьми, передача и обработка информации, повышение уровня компетентности».

Для подготовки к профессиональному общению, по словам опрошенных, сотрудники полиции «...постоянно практикуются, составляя официальные деловые документы, взаимодействуют с представителями различных социальных стереотипов, участвуют в мероприятиях, связанных с будущей профессией, участвуют в конференциях».

Участники эксперимента отметили, что им не хватает психологической подготовки в коммуникативном общении, так как неуверенность в себе и неумение концентрироваться на важном мешает достичь желаемого результата. Каждому сотруднику ОВД необходимо не только владеть нормативным аспектом современного русского языка и юридической терминологией РФ, но и знать психологические приемы общения [5]. В результате анализа ответов обучающихся были определены наиболее важные черты личности будущих сотрудников ОВД, что позволило им выполнять коммуникативные действия. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Личные качества, необходимые
для эффективного общения

Характеристика ответов	Количество ответов, %
А. С сотрудниками:	
взаимопонимание	17,7
тактичность	34,8
справедливость	17,4
порядочность	22,4
честность	29,0
Б. С коллегами:	
корректность	34,0
тактичность	17,4
доброжелательность	34,0
субординация	11,6
В. С осужденными:	
справедливость	34,0
строгость	29,0
милосердие	11,6
твердость	17,4
сдержанность	40,6
отзывчивость	5,8

Ответы позволили выявить группы важных профессиональных характеристик, которые необходимы для успешного общения, а именно:

– личностные качества, которые заключаются в способности активно влиять на собеседника;

– коммуникативные навыки, связаны со способностью контролировать себя;

– квалификационные качества, которые человек успел приобрести на протяжении своей профессиональной деятельности.

Проанализировав полученные ответы респондентов, были определены основные пути совершенствования коммуникативных навыков слушателей. Результаты констатирующего этапа подтвердили, что необходимо проводить учебные занятия, которые направлены на формирование положительной мотивации и познавательного интереса к дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи». Так, нами был проведен семинар

по теме: «Служебные документы: типология, содержание, композиция, языковое оформление» в форме деловой игры «Уголовная ответственность юридических лиц в Российской Федерации». Слушателям было предложено обратиться к законодательному тексту и раскрыть лексико-семантические особенности юридической терминологии на примере статей Гражданского и Процессуального кодексов РФ.

Анализ осуществлялся по следующей схеме:

1) идейно-композиционное исследование текста;

2) цитирование основных этапов текста;
3) оценка стилистических единиц.

Выработка комплекса практических умений и навыков на основе изучения теоретических и практических вопросов позволит повысить коммуникативные способности сотрудника ОВД. Нами было выявлено, что смоделированные условия общения способствовали совершенствованию коммуникативных особенностей слушателей. Основная задача каждого педагога – применение разнообразных методов, технологий, которые способствуют повышению интереса к изучаемой дисциплине. Именно дискуссионный метод позволяет слушателям раскрыть и доказать свою точку зрения. Так при проведении семинарского занятия по теме «Культура речи сотрудника внутренних дел» применялись приемы данного метода. Обучающиеся высказывали мнение о том, что сотрудникам полиции необходимы высокая культура и строгое соблюдение законности, именно это является их отличительной чертой, так как для населения образ сотрудника органов внутренних дел должен быть неотделим от представлений о лучших человеческих качествах.

Была высказана и другая мысль о том, что сотрудник ОВД должен владеть нормативным русским языком, общей культурой языка, потому что является частью общей культуры [6]. Также на этом этапе широко использовалась игровая технология. Создавалась конкретная ситуация, взятая из служебной деятельности сотрудника внутренних дел. Участие слушателей в смоделированных ситуациях помогло им раскрыть свой коммуникативный потенциал.

На контрольном этапе слушателям предложено пройти тестирование. Цель – выявление уровня коммуникативной грамотности. Анализ ответов показал, что у обучающихся экспериментальных групп повысились коммуникативные способности. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты тестирования

Качество ответа	Слушатели, имеющие высшее юридическое образование	Слушатели, имеющие высшее не-юридическое образование
Правильный	78%	81%
Наполовину правильный	12%	10%
Неправильный	10%	9%

Проанализировав полученные результаты, мы пришли к выводу, что экспериментальная работа, направленная на по-

вышение коммуникативных способностей обучающихся, показала, что у слушателей экспериментальных групп речевые умения стали выше, чем у обучающихся контрольных групп. Языковые навыки слушателей изменились, об этом свидетельствуют следующие особенности: обучающиеся стали активны в процессе познания нового, повысился интерес к учебному материалу, появилась уверенность в процессе общения.

Исследование, проведенное нами в течение года, показало, что участие обучающихся в экспериментальной работе существенно повысило уровень их коммуникативных способностей. Нами было подтверждено, что достичь данного результата возможно, только используя системный, методологический, концептуально-проблемный подходы повышения речевых умений слушателей в процессе обучения. Полученные данные могут быть использованы в разработке учебных курсов по дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи», а также при создании учебных пособий.

Выводы

В ходе проведения исследовательской работы нам удалось доказать, что для повышения коммуникативных способностей слушателей юридического института в процессе изучения курса «Русский язык в деловой документации. Культура речи» необходимо использовать современные педагогические технологии, результатами которых явля-

ется: 1) формирование у обучающихся профессиональных навыков убеждения в процессе коммуникации; 2) расширение ценностных, институциональных условий, способствующих развитию нормативной, логичной, связной речи; 3) повышение мотивации к изучаемой дисциплине.

Поэтому каждому сотруднику органов внутренних дел необходимо совершенствовать свои коммуникативные способности, потому что высокая культура и строгое соблюдение законности – это их отличительная черта.

Список литературы

1. Кочесокова З.Х., Машекуашева М.Х. Коммуникативные компетенции сотрудников полиции как фактор эффективности профессиональной деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 4. С. 167–168.
2. Мухадиева Ф.П. Формирование культуры профессиональной речи студента юридического факультета: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Майкоп, 2006. 24 с.
3. Что значит знать язык и владеть им / Под ред. Н.М. Шанского. М.: Просвещение, 2010. 324 с.
4. Тюменева Н.П. Формирование коммуникативных способностей курсантов и слушателей вузов ФСИН России при изучении русского языка и культуры речи: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Рязань, 2007. 24 с.
5. Шакин И.Ю., Хрисанова Е.Г. Профессиональная коммуникация бакалавров языковых профилей: сущность и пути формирования в вузе // Мир науки. Педагогика и психология. 2019. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/55PDMN619.pdf> (дата обращения: 14.05.2020).
6. Полякова Т.А., Палагина Н.С. Формирование профессиональной речи слушателей юридического института // Вопросы педагогики. 2020. № 2. С. 132–135.

УДК 37.015.3:159.923.2

СООТНОШЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИЕЙ У ЖЕНЩИН В ЗРЕЛОМ ВОЗРАСТЕ

¹Колкова С.М., ¹Черногубова С.Г., ²Стойнова Е.И., ²Живаева Ю.В.

¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: kolkova67@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет

им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого», Красноярск, e-mail: katya-chernova@yandex.ru

В статье представлены результаты констатирующего эксперимента по определению возможности соотношения психологических установок с профессиональной самореализацией у женщин в зрелом возрасте. Социальные установки выступают в роли побуждений, которые определяют поступки человека и являются отправными точками активности и обозначают характер взаимодействия человека с окружающей средой. Феномен самореализации рассматривается в большей степени как преимущественная характеристика взрослого возраста. Возможность самореализации рассматривается только при условии, что человек имеет наиболее полное представление о своих психологических характеристиках и относительно сформирован образ психологического портрета личности. Целью данной статьи является изучение соотношения психологических установок с профессиональной самореализацией у женщин в зрелом возрасте. Самореализация в данном ключе рассматривается как одна из форм психологической активности зрелого человека. В большей степени определен уровень смысловой и ценностной реализации. В ходе проведенного исследования выделены группы респондентов с разными личностными ориентациями: сильно мотивированные с гармонизированными ориентациями, слабо мотивированные респонденты с невыраженными ориентациями, респонденты с несформированными, неопределенными ориентациями, когда трудно определяются ориентации респондентов.

Ключевые слова: профессиональная самореализация, психологические установки, зрелый возраст, женщины

RELATIONSHIP OF PSYCHOLOGICAL INSTALLATIONS WITH PROFESSIONAL SELF-REALIZATION IN WOMEN IN ADULTS

¹Kolkova S.M., ¹Chernogubova S.G., ²Stoyanova E.I., ²Zhivaeva Yu.V.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: kolkova67@mail.ru;

²Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voino-Yasenetsky,
Krasnoyarsk, e-mail: katya-chernova@yandex.ru

The article presents the results of an ascertaining experiment to determine the possibility of matching psychological attitudes with professional self-realization in women in adulthood. Social attitudes act as motivations that determine human actions, and are the starting points of activity and indicate the nature of human interaction with the environment. The phenomenon of self-realization is considered more as a predominant characteristic of adulthood. The possibility of achieving self-realization is considered only if the person has the most complete idea of their psychological characteristics and relatively formed the image of a psychological portrait of the individual. The purpose of this article is to study the correlation of psychological attitudes with professional self-realization in women in adulthood. Self-realization in this way is considered as one of the forms of psychological activity of a Mature person. To a greater extent, the level of meaning and value realization is determined. The study identified groups of respondents with different personal orientations: highly motivated with harmonized orientations, poorly motivated respondents with unexpressed orientations, respondents with unformed, uncertain orientations, where it is difficult to determine the orientation of the respondents.

Keywords: professional self-realization, psychological attitudes, adulthood, women

В возрасте от 35 до 45 лет нередко происходит переоценка целей и притязаний. Это период расцвета, который характеризуется наиболее полной самореализацией, достижением вершин профессионального и социального развития. В этом возрастном периоде 35–45 лет разрешается конфронтация между стремлением в достижении и возможностью реализации. В этом возрастном периоде остро встает вопрос о возможности разрешения противоречий, и пусковым механизмом в развитии личности в этот период является повышение возможности творческой активности личности

(М.В. Гамезо, В.С. Герасимова, Г.Г. Горелова, Л.М. Орлова, А.А. Реан).

Социальные установки выступают в роли побуждений, которые определяют поступки человека и являются отправными точками активности и обозначают характер взаимодействия человека с окружающей средой (Д.Н. Узнадзе, Л. Донога). Установки, зачастую не осознаваемые, могут лежать в основе стремлений и мотивов, а значит, и побуждать к активной деятельности, своего рода «запускать» активность, служить основой направленности личности [1].

Целью данной статьи является изучение соотношения психологических установок с профессиональной самореализацией у женщин в зрелом возрасте.

Самореализация в данном ключе рассматривается как одна из форм психологической активности зрелого человека («Психологическая зрелость характеризуется наиболее полной самореализацией, самоактуализацией человека» – М.В. Гамезо, Г. Крайг, А.А. Реан).

В отечественных психологических и педагогических исследованиях термин самоактуализация является предметом изучения определенный период времени, но интерес к возможности изучения феномена носит волнообразный характер.

Самоактуализация в общем виде рассматривается как возможность человека определить и наиболее верно реализовать свой личностный потенциал [2].

Возможность самореализации является одной из основных системообразующих характеристик в концепциях гуманистического направления в психологии.

Наиболее обширное рассмотрение процесса самоактуализации можно найти в трудах А. Маслоу, который характеризует этот процесс следующим образом: стремление человека стать тем, кем он может стать.

С точки зрения А. Маслоу, возможность развития своих талантов, способностей и возможностей достигается только на уровне самоактуализации. Самоактуализироваться значит достичь вершины своего развития [3].

Одной из основных характеристик, которые позволяют определить возможность самоактуализации, является достижение человеком метапотребностей, позволяющих личности достигать осмысленности, наполненности и приводящих к искренним переживаниям моментов жизни [4].

С точки зрения А. Маслоу, самоактуализироваться человек может только тогда, когда сможет удовлетворить свои базовые потребности. Им был сформулирован закон постепенного изменения мотивации человека, изменение носит характер «нарастания» мотивации. Возможность перехода на более высокий уровень достижима в том случае, если человек удовлетворил потребности более «низшего» порядка.

С точки зрения А. Маслоу, очень маленький процент людей достигают самоактуализации. Большая часть людей стремится к самоактуализации, если же человек не достигает этого уровня, то начинает происходить дисбаланс во внутренней системе человека, что приводит к разного рода конфликтам, кризисам, нереализованности [5].

Автор И.Д. Егорычева самоактуализацию интерпретирует как организованную определенным образом деятельность, в которой личность определяет для себя те возможности, которые могут быть реализованы. Возможности трансформируются в активную форму в виде целей, стремлений, мотивов, желаний. Автор также считает, что содержание деятельности в стремлении к самоактуализации состоит не только в определении собственного предназначения, но и возможности иметь определенный план достижения определенных целей, что в дальнейшем выступает регулятором активности его деятельности.

Термин «самореализация» впервые приводится в словаре по философии и психологии, изданном в 1902 г. в Лондоне: «Самореализация – это осуществление возможностей развития «Я».

По К.А. Абульхановой-Славской, самореализация – это высшая ступень развития личности, результат личностного роста и развития [6].

Самореализация – высший уровень развития человеческого потенциала, который следует вслед за самоактуализацией. По мнению И.Д. Егорычевой, разница между самоактуализацией и самореализацией в мотивационном фундаменте: самоактуализация связана с распределением «мира человека», а самореализация – с распределением сущностных сил. Л.А. Коростылева считает, что проблема самореализации включает в себя такие аспекты, как:

- 1) самореализация как цель (изучаются достижения как метацинности);
- 2) как состояние (рассматривается в связи с вопросами удовлетворенности самореализацией);
- 3) как результат (как определенную ступень личностного развития по критерию успеха-неуспеха, а также по наличию свойств, помогающих самоосуществлению личности);
- 4) как итог (рассматривается в исследованиях, направленных на осмысление цельных временных отрезков жизненного пути);
- 5) как процесс самореализация представляет собой особый интерес для психологической науки, поскольку главное внимание уделяется факторам, детерминирующим его.

Один из первых авторов в отечественной психологии, занимающихся проблемами самореализации личности, Л.А. Коростылева определяет самореализацию как неотъемлемую характеристику взрослого возраста. Самореализация, с точки зрения автора, возможна в том случае, если это будут совместные усилия по достижению ре-

зультата, развитие «Я» человека возможно только во взаимодействии с другими людьми. Самореализация возможна лишь в том случае, если человек будет гармоничной и конгруэнтной личностью, в этом случае возможна реализация имеющегося у человека потенциала.

Известный ученый Э.В. Галажинский в своем диссертационном исследовании выделяет несколько аспектов самореализации. Аспекты самореализации, по мнению Э.В. Галажинского, связаны, во-первых, с продуктивностью деятельности, личностным аспектом, что связано с теми осознанными процессами, которые для себя транслирует человек. В том числе аспекты самореализации связаны и с самим процессом, в системе координат пространства и времени, а деятельностный аспект позволяет определить все те характеристики, которые определяются как категория «трудностей» на пути к достижению цели [7].

Э.В. Галажинский выделил два уровня самореализации. Первый уровень, репродуктивный, определяют смыслы, а второй уровень, продуктивно-сверхадаптивный (творческий), определяют ценности.

Самореализация, как и многие другие феномены, не дается человеку в готовом виде, она формируется на определенном этапе жизненного пути человека. Автор Е.Е. Вахромов считает, что изучение самоактуализации возможно уже в период подросткового возраста. Это связано в первую очередь с тем, что в этот период времени происходит переход от идеалистического, фантазийного представления о мире к возможности более реалистично и прагматично выстраивать жизненную перспективу. На первых этапах возможности самоактуализироваться происходит «встреча» и согласование мотивов, возможности осмысления и волевой саморегуляции для того, чтобы осуществить задуманное.

По мнению Э.В. Галажинского, формирование самореализации происходит в предподростковом возрасте, когда «учебная деятельность теряет статус ведущей», происходит небольшое рассогласование деятельности от «нормального» функционирования, возникает кризис, который что-то обнажает в структурных уровнях поведения ребенка предподросткового возраста. «В этом возрасте многомерный мир ребенка обретает новое грани, становится ценностным миром. И это значит, что возможности (способности), которые есть у ребенка, получают свою проекцию в мир и ребенок становится субъектом саморазвития, самореализации...» [8].

По мнению И.Д. Егорычевой, самореализация – это прерогатива взрослого человека. К.А. Абульханова-Славская утверждает, что самореализация возможна лишь тогда, когда самопознание своих способностей уже окончено, полностью сформирован «образ Я» и имеется готовность личности обеспечить всю совокупность внешних условий самореализации.

Основная идея возможности самоактуализации у одного из значимых представителей гуманистического направления психологии К. Роджерса состоит в том, что человек, являясь гармоничной личностью, открыт опыту, его не нужно контролировать или им управлять, можно просто смотреть «со стороны», что будет происходить с самими процессами самоактуализации в том числе. Основная идея – это возможность конгруэнтности своим переживаниям, когда человек транслирует окружающим то, что он чувствует в данный момент. Возможность соотносить и правильно определять эти процессы является неотъемлемым условием достижения самоактуализации человека.

Таким образом, мы можем предположить, описав вышеприведенные феномены, мы можем построить определенную идеальную модель поведения человека при успешном развитии вышеперечисленных качеств и свойств человека, которая может привести к самоосуществлению.

В нашем исследовании мы сосредоточили свое внимание на изучении самореализации личности с особенностями проявления социальных установок, в этой связи представляется наиболее важным изучение в теоретическом аспекте социально-психологических установок личности.

Согласно теории установки, разработанной Д.Н. Узнадзе, установка – это целостное, не статическое состояние субъекта, состояние готовности к определенной активности, «возникновение которой зависит от наличия следующих условий: от потребности, актуально действующей в данном организме, и от объективной ситуации удовлетворения этой потребности».

Д.Н. Узнадзе считал, что установка возникает при определенных взаимозависимостях потребности человека и среды, которая его окружает, в той ситуации, в которой находится человек и под влиянием которой происходит те или иные действия.

Автор также подчеркивает, что может иметь место и определенность установки, осознание психической активности, способствующей созданию установки. «Объективация, – по словам Д.Н. Узнадзе, – специфически человеческая способность, и на ее

базе существенно усложняется и запас фиксированных у человека установок».

А.Е. Шеролия (последователь Д.Н. Узнадзе) выдвигает и определяет положения, которые объясняют, как на основе неосознаваемой установки возникают, оптимизируют и регулируют поведение человека осознаваемые установки:

1) установка – это ценностно-смысловое и единое и личностное состояние как «определенная готовность» к той или иной деятельности;

2) будучи смысловой характеристикой личности, ее единой и личностной модификацией, установка одновременно представляет собой и первостепенную форму ее непосредственной цели;

3) установка подвергается концентрации и может выступать как определенная, как «диспозиционная структура», структурная особенность личности [8].

Эти положения подтверждают социально-ориентированный характер осознаваемой установки и ее базовое значение в регулировании поведения человека как личности.

В зарубежной психологии социальную установку принято именовать аттитудом, от английского «attitude», что переводится как «отношение». Понятие введено Ф. Значенским и У. Томасом в 1918 г. в книге «Польский крестьянин в Америке» и обозначается авторами как «психологическое переживание индивидом ценности, значения, смысла социального объекта, состояние сознания индивида относительно некоторой социальной ценности». Исследователи предложили следующее изложение функций аттитудов.

1. Утилитарная. Предназначена для направленности человека на предметы, способствующие достижению цели. Данная функция соединяется с потребностью человека получить гарантии в большей степени благоприятной позиции в обществе. Если аттитуд положительный, он направляет индивида к благоприятным для него стимулам; если отрицательный – к источнику малопривлекательных стимулов.

2. Особенность мировоззрения. Эта функция основывается на понимании системы аттитюда как комплекса «эмоционально окрашенных компонентов познания о мире и о людях», которые позволяют получать простые предписания относительно того, как вести себя по отношению к конкретным предметам и ситуациям.

3. Ценностно-выразительная (саморегуляции, ценности). Эта функция аттитюда помогает человеку избавиться от внутреннего сопротивления и способствует лучшему самовыражению. Она «связана с необ-

ходимостью в личностной гармонизации. Положительные установки формируются к представителям нашего индивидуально-го вида».

4. Энергозащитная. Способствует тому, чтобы внутренние конфликты личности разрешались с большей степенью эффективности, и связана с потребностью в сохранении внутренней стабильности личности.

Материалы и методы исследования

В нашем исследовании мы сосредоточили свое внимание на изучении соотношения психологической установки и самореализации личности. Выборку исследования составили женщины в возрасте 35–45 лет, прошедшие профессиональную переподготовку в Красноярском краевом центре профориентации и развития квалификаций. Число участников – 15 человек.

Методики исследования: психодиагностическая методика «Тип и уровень профессиональной самореализации» Е.А. Гавриловой; методика социально-психологических установок личности в мотивационно-потребностной сфере; психодиагностическая методика «Тип и уровень профессиональной самореализации» Е.А. Гавриловой.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования были получены следующие результаты по методике: у 60% определен уровень смысловой и ценностной реализации, у 23% определен уровень реализации ролей и норм в организации и у 17% индивидуально-исполнительский уровень реализации.

Таким образом, большая часть респондентов продемонстрировала достаточно высокий уровень профессиональной самореализации.

Диагностика аттитюдов человека в мотивационно-потребностной сфере. Результаты исследования по методике: в дихотомии «альтруизм – эгоизм» 54% с ориентацией на эгоизм, «процесс – результат» в большей степени ориентация на процесс 10%, в установках «свобода – власть» в большей степени ориентация на свободу 25%, установка «труд – деньги» 21% с ориентацией на труд.

Чем больше набрано баллов, тем сильнее выражена та или иная ценностная ориентация личности.

В ходе исследования определено, что есть несколько вариантов ориентации: ориентация на процесс позволяет быть более ориентированным на выполнение работы, сам процесс работы. Возможности ориентации на результат позволяют находить

взаимосвязь с такой характеристикой, как надежность в выполнении заданий. Нацеленность на альтруистические ценности характеризует людей, готовых в ущерб для себя прийти на помощь другим людям. Ориентация на труд возможна в том случае, когда человек имеет готовность принести в ущерб возможность отдыха и отпуска и работу поставить на первое место.

Одной из главных ценностей человека, который стремится к приумножению благосостояния, является возможность постоянно поддерживать высокий уровень финансового благополучия.

Рассматривая респондентов, выбирающих свободу как основную ценность, можно охарактеризовать их как людей, стремящихся к многомерности возможности выбора в разных ситуациях.

Анализируя результаты исследования и определяя респондентов с ориентацией ценности во власти, можно охарактеризовать как возможность влиять на окружающих и влиять на процессы, которые происходят вокруг него.

Возможность использования знаний о ценностных ориентациях может быть применена в индивидуальном и групповом консультировании, а именно в консультировании по вопросам карьеры. Возможно использовать данную информацию при консультировании по вопросам семьи и брака. Как показывает опыт, неопределенность в установках часто вносит разлад в брачно-семейные отношения. Целесообразнее, если разногласия в установках будут определены заранее и будут попытки их преодоления.

Заключение

Следует отметить, что можно на основании результатов использования методик выявить несколько групп испытуемых:

сильно мотивированные с гармонизированными ориентациями, слабо мотивированные респонденты с невыраженными ориентациями, респонденты с несформированными, неопределенными ориентациями, когда трудно определяются ориентации респондентов.

В ходе исследования определено, что соотношение профессиональной самореализации и психологических установок относительно может соответствовать. В основном у респондентов зафиксирован уровень смысловой и ценностной реализации, что говорит о том, что определенность в выборе профессии, мотивационные компоненты осознаны и наличие определенных установок связано с определенностью и возможностью дальнейшего профессионального и личностного становления.

Список литературы

1. Донога Л.А. Особенности социальных установок в мотивационно-потребностной сфере старшеклассников и родителей // Вестник гуманитарного образования. 2017. № 4. С. 39–44.
2. Карпенко Л.А. Краткий психологический словарь. Ростов н/Д.: «Феникс», 1999. 512 с.
3. Маклаков А.Г. Общая психология. СПб.: Питер, 2018. 584 с.
4. Егорычева И.Д. Генезис самореализации как особого типа деятельности и роль подросткового возраста в ее развитии: дис. ... докт. психол. наук. Москва, 2012. 418 с.
5. Дружинин В.Н. Варианты жизни: очерки экзистенциальной психологии. СПб.: Питер, 2010. 155 с.
6. Абульханова К.А. Современная личность: Психологические исследования. М.: ИП РАН, 2012. 188 с.
7. Галажинский Э.В. Системная детерминация самореализации личности: дис. ... докт. психол. наук. Томск, 2002. 320 с.
8. Старик И.Н., Сумская Н.А. Социально-психологические установки личности в мотивационно-потребностной сфере // Акмеологические векторы профессионализации личности в обществе вызовов и угроз: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Саратов 27 апреля 2017 г.). Саратов: «КУБиК», 2017. С. 62–66.

УДК 373.6

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРПРЕТИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ ИНТУИТИВНОГО КОМПОНЕНТА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ

Курдин Д.А., Фролов И.В.

*ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
Арзамасский филиал, Арзамас, e-mail: wirbels@mail.ru*

В статье рассмотрены и обобщены определения и понятия интуитивности в процессе познания. Описано геометрическое содержание математической деятельности, в котором особенно успешно проявляется интуитивная составляющая процесса мышления. В качестве элементов геометрического содержания, которые способны развивать интуитивность мышления, определены геометрические представления, геометрические зависимости и геометрические закономерности. Также охарактеризованы основные виды интуиции: чувственная, интеллектуальная, инсайт. Подробно описываются все составляющие интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, а также дана характеристика интерпретирующей модели данного компонента подготовки. Выявлена взаимосвязь входящих в эту модель компонентов, между разными уровнями этой модели, как внутри одной грани, так и со смежными гранями модели. Описаны взаимосвязи между элементами интерпретирующей модели интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, уровни связей, как в рамках одной грани, так и сегментов одного уровня в соседних гранях. Также данная модель описывает мыслительные переходы одних образных представлений к другим, а также взаимопереходы между логическими умозаключениями. Но особую ценность представляют переходы от наглядных образов к логическим умозаключениям. Далее приведены содержательные элементы интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, с помощью которых можно обновлять объем практических заданий для решения в процессе обучения математическим дисциплинам.

Ключевые слова: интуиция, интуитивный компонент, обучение, геометрическая подготовка

CONTENT ELEMENTS OF THE INTERPRETIVE MODEL OF THE INTUITIVE COMPONENT OF GEOMETRIC TRAINING OF STUDENTS

Kurdin D.A., Frolov I.V.

Arzamas branch of the NNGU, Arzamas, e-mail: wirbels@mail.ru

The article examines and summarizes the definitions and concepts of intuitiveness in the process of learning. The geometric content of mathematical activity is described, in which the intuitive component of the thinking process is particularly successful. Geometric representations, geometric dependencies, and geometric regularities are defined as elements of geometric content that can develop intuitive thinking. The main types of intuition are also described: sensory, intellectual, and insight. All components of the intuitive component of geometric training of students are described in detail, as well as the characteristic of the interpretive model of this component of training is given. The relationship of the components included in this model between different levels of this model, both inside one face and with adjacent faces of the model, is revealed. The relationships between the elements of the interpretive model of the intuitive component of geometric training of students, the levels of connections, both within the same face, and segments of the same level in neighboring faces are described. This model also describes the mental transitions of one image to another, as well as the mutual transitions between logical conclusions. But the transitions from visual images to logical conclusions are particularly valuable. Below are the content elements of the intuitive component of geometric training of students, with which you can update the volume of practical tasks to solve in the process of teaching mathematical disciplines.

Keywords: intuition, intuitive component, schooling, schooling in math

Интуиция, в рамках философского учения, формулируется нестрогим, неаналитическим путем, но в то же время при непосредственном усмотрении знаний, их постижимости. Знание, получаемое таким образом, т.е. без строгого обоснования, без логических доказательств, с помощью интуитивных предчувствий, интуитивности, может становиться теперь осознанным, обоснованным умственной деятельностью.

С другой стороны, в рамках обработки интеллектуальной информации, рассматривая процесс интуитивной догадки, сталкиваемся с противоречием непосредственности постижения истин, информации, так

как ему предшествует значительная работа, и именно интеллектуальная работа по обработке получаемой информации. Сам интуитивный процесс восприятия и осознания обладает несколькими основными чертами, а именно: предложением альтернативы воздействий, высказыванием гипотез, оценкой результата в ходе протекания ситуации, возможности предвидения развития ситуации или ее последствий, после принятия решения [1].

Математическое образование и, в частности, геометрическое, бесспорно, играет значимую роль в становлении мышления и познания человеком окружающей дей-

ствительности. Об этом напрямую высказывается И.Ф. Шарыгин: «Геометрия может и должна стать предметом, с помощью которого мы можем сбалансировать работу головного мозга, улучшить функциональное взаимодействие между полушариями. Геометрия – витамин для мозга» [2].

Можно выделить несколько компонентов математических способностей:

- быстроту мысли;
- остроумие;
- сильную память.

Таким образом, скорость протекания неосознанного мышления гораздо выше, чем у мышления сознательного.

Цель исследования: представить интуитивный компонент геометрической подготовки учащихся в виде интерпретирующей модели и охарактеризовать входящие в ее состав компоненты.

Материалы и методы исследования

Всё развитие математического творчества тесно связано в науке с понятием интуитивности. Интуитивность, ее элементы присутствуют в каждом, пусть самом незначительном по времени, но весьма важном по сути математическом рассуждении, не говоря уже об открытии. Исследователь в области научных математических дисциплин в начале своего пути формулирует мысль, сгенерированную им в процессе интуитивной работы своего мозга, а далее происходит ее обоснование, подтверждение с помощью строгих математических доводов с использованием символьных обозначений.

В математическом исследовании, в широком понимании этого процесса, крайне неоднозначно то место, которое занимает интуиция, интуитивность, интуитивное мышление, но все сходятся во мнении, что она сильно влияет на самого исследователя, математика, его характер, стиль мышления, а также особенности его деятельности. От этого напрямую зависит и его выбор подходов для решения поставленных задач. В этом случае можно утверждать о формировании стиля мышления, математического с интуитивной составляющей, которая обязательно входит в перечень системообразующих данного процесса. И уже в ходе этого мыслительного процесса наступает момент «озарения», он может возникнуть неожиданно, в результате свершается открытие, но нужно обязательно отметить, что этому «озарению» предшествовало довольно продолжительное обдумывание поставленной задачи, проблемы [3, 4].

Образным представлением творческого математического процесса мышления, зача-

стую в большей своей части являющегося неосознаваемым, может служить распутывание клубка из переплетений умозаключений, с помощью выстраивания логически правильных и выверенных рассуждений, в ясную и структурированную форму доказательности. То, что деятельность интуиции скрыта в подсознании, обуславливает всю сложность протекания этого процесса, крайне тяжело переформируются полученные в ходе интуитивного умозаключения выводы и способы решения, потому что осознаваемым оказывается только ее результат.

Во время всего процесса мышления, мышления творческого, математического, происходит преобразование, логическое выстраивание всех ранее неосознаваемых образов. А затем подобное претерпевают и дискурсивные рассуждения, и уже совместно всё это формирует явное знание, которое и вербализуется. После чего это полученное знание формализуется символьно, в математических формулах и терминах.

М. Бунге систематизировал первоначальные представления о самом понятии интуитивности, интуитивном процессе восприятия, скорости протекания данного процесса, что явно выделяет его на фоне других, но в то же время не теряет четкое понимание сути самого процесса. Также М. Бунге описывает интуитивность с точки зрения воображения, способности достраивать элементы в своем сознании. Далее им приводится, как один из важнейших компонентов, изобретательность, генерирование новых идей, способность созидания нового, в широком смысле. В завершение приводятся стадии интуиции, такие как интуитивные разум и оценка. Это, несомненно, является вершиной данных суждений, так как стремительный скачок в процессе размышления над проблемой или задачей, от одной линии рассуждений к другой, третьей, а в дальнейшем и умение оценить вклад той или иной составляющих в общий процесс решения требуют максимальных умственных усилий.

Рассмотрение интуитивности мышления в психологии всегда наталкивалось на недоверие и неприятие данного процесса умственной деятельности. Интуитивность сопоставлялась с чем-то мистическим и необъяснимым и зачастую не приводившим к верному решению.

Мы придерживаемся мнения многих философов о разбиении понятия интуитивного мышления на три ветви, а именно интуитивности чувственной, интеллектуальной и инсайту.

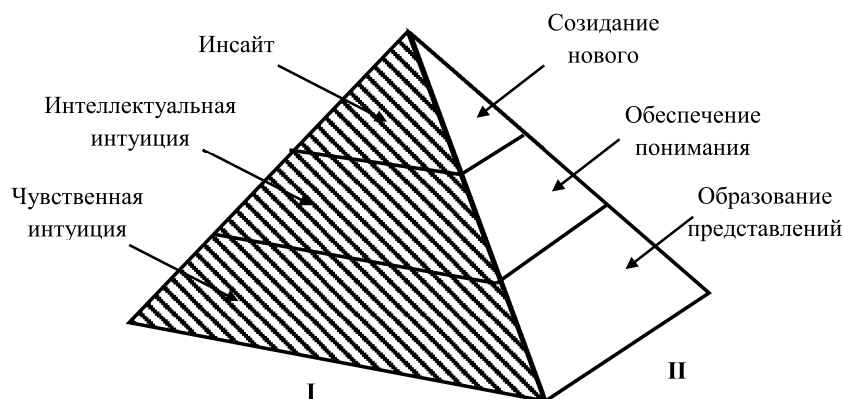


Рис. 1. Структура I и II граней интерпретирующей модели интуитивного компонента

Это послужило толчком к проработке данного вопроса и разработке интерпретирующей модели, с указанием видов интуиции и их занимаемых в этой модели мест. Структурно данная интерпретирующая модель представляет собой пирамиду с четырьмя боковыми гранями, каждой грани была присвоена определяющая ее направленность, что повлекло за собой соответствующее структурированное заполнение данной грани. Также каждая грань разбита горизонтально на три сегмента, которым в рамках уже обозначенной выше направленности придают уровни сформированной этой самой направленности.

Так, первая грань получила название философской, а составляющие ее сегменты, по мере приближения к вершине, что соответствует повышению уровня и увеличению степени значимости, в рамках данного исследования были названы соответственно чувственной интуицией, интеллектуальной интуицией и инсайтом, что представлено на рис. 1 (I грань).

К сожалению, нет полного единения в разъяснении самого определения сути интуитивности, как термина и как заключенного в него понимания об интуитивном процессе мышления. Но большинство исследователей в данном вопросе сходятся на противопоставлении такому процессу строго логического и аналитического типов мышления. Также интуитивности приписываются креативная и творческая сущности в процессе мышления [1, 5].

Важным моментом интуитивного мышления, заслуживающим особого рассмотрения, является затратность умственных ресурсов в его использовании, так как при прекращении, пусть временном, сознательного обдумывания проблемы и поиска ее решения этот процесс не останавливается, а переходит на неосознанный «уровень»,

поиск решения продолжается, но уже незаметно. Итогом будет служить найденный путь решения поставленной задачи или проблемы [2, 6].

Ещё одним немаловажным фактором интуитивного мышления, безусловно, является, «предвосхищение», чувство скорого обнаружения способа решения, приближения к моменту нахождения верного ответа или способа решения поставленной задачи, что базируется на всём накопленном до этого момента опыте в данном вопросе.

Образное мышление, в рамках данного исследования, соотносится с интуитивностью чувственной, оперирующей образами уже воспринимавшимися ранее в человеческом сознании. Само же выявление из множества представленных вариантов истинного, верного решения будет соотноситься с интуитивностью, уже интеллектуальной. Высшая же стадия интеллектуальной интуитивности – инсайт – будет тождественна открытиям, сделанным учеными и изобретателями.

Всё вышеизложенное послужило основой формирования второй грани предлагаемой интерпретирующей модели, отвечающей уже за психологическую составляющую, которая, в соответствии с уже установленным для первой грани порядком, имеет такие же три сегмента, обозначенные как «образование представлений», «обеспечение понимания» и самого важного, стоящего на вершине этой грани – «созидание нового» представлено (рис. 1 (II грань)).

При дальнейшем рассмотрении компонентов, входящих в описываемую интерпретирующую модель интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, необходимо обратиться к самой теории и методике обучения математике и, как её составляющей, теории и методике обучения геометрии. Прделанный анализ

позволил наполнить интерпретирующую модель интуитивного компонента геометрическими терминами, понятиями, категориями, участвующими в самом процессе обучения геометрии. Что легло в основу третьей грани предлагаемой интерпретирующей модели интуитивного компонента, призванной отвечать за содержание математической деятельности, а именно геометрическую его составляющую, согласно предлагаемой модели три, соответствующих элемента, а именно – геометрические закономерности, геометрические зависимости и геометрические представления, что и видно на рис. 2 (III грань).

Простейшие знания о геометрических фигурах могут складываться в процессе разбора заданий вариативно-позиционной направленности. Выполнение же заданий ситуационно-динамического плана призвано усилить формирование представлений о геометрических зависимостях. И, наконец, на вершине этой четвертой грани, которую в интерпретирующей модели занимает методико-инструментальная грань, располагаются динамико-эвристические задания, способствующие формированию представлений о геометрических закономерностях (свойствах), что нашло отражение на рис. 2 (IV грань).

Представленная структура интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся в виде интерпретирующей модели (пирамиды) наглядно демонстрирует все уровни связей, как в рамках одной грани, так и сегментов одного уровня в соседних гранях. Множество этих взаимосвязей между сегментами интерпретирующей модели (пирамиды) описывают мыслительные переходы одних образных представлений к другим, а также взаимопереходы

между логическими умозаключениями. Но особую ценность представляют переходы от наглядных образов к логическим умозаключениям. В этом и есть сущность самого формирования описанного выше интуитивного компонента и представленной интерпретирующей его модели. Что является важным для дальнейшего использования в процессе обучения как геометрии, так и всем математическим и смежным с ними дисциплинам.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве результатов может быть использована приведенная на рис. 3 структура интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, со всеми входящими в ее состав элементами.

Заключение

В статье приведен системный анализ представлений о сущности и роли интуиции, используемой в процессе освоения новых знаний. Также охарактеризованы основные виды интуиции: чувственная, интеллектуальная, инсайт. Представлена интерпретирующая модель интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, даны характеристики каждой из составляющих предложенной интерпретирующей модели. Описаны взаимосвязи между элементами интерпретирующей модели интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, уровни связей как в рамках одной грани, так и сегментов одного уровня в соседних гранях. Также данная модель описывает мыслительные переходы одних образных представлений к другим, а также взаимопереходы между логическими умозаключениями.

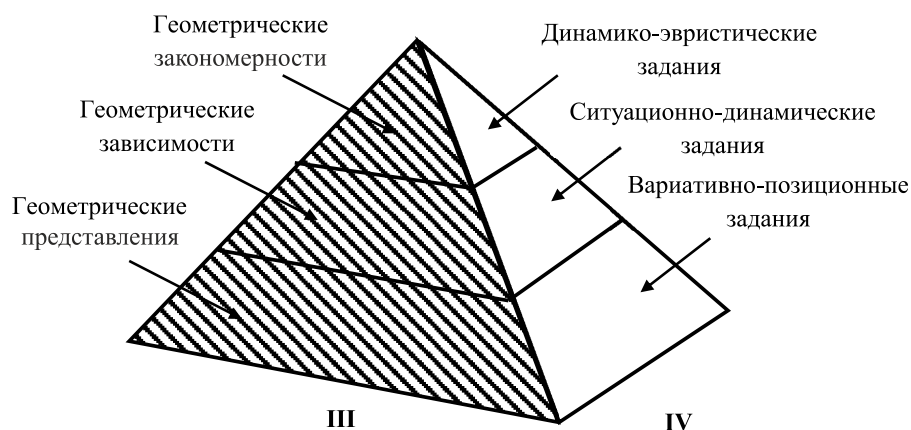


Рис. 2. Структура III и IV граней интерпретирующей модели



Рис. 3. Содержательные элементы интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся

Но особую ценность представляют переходы от наглядных образов к логическим умозаключениям. Далее приведены содержательные элементы интуитивного компонента геометрической подготовки учащихся, с помощью которых можно обновлять объём практических заданий для решения в процессе обучения математическим дисциплинам.

Список литературы

1. Курдин Д.А. Интуитивный компонент процесса обучения математическим дисциплинам в средних и высших учебных заведениях // Современные проблемы теории обучения, воспитания и методики математики: коллектив-

ная монография / Под ред. М.И. Зайкина. Арзамас, 2012. С. 131–137.

2. Курдин Д.А. Основы соотношения между логической и интуитивной составляющими процесса обучения математике // Проблемы и перспективы современной науки. 2014. № 2. С. 62–68.

3. Данакари Л.Р. Место интуиции в математике: особенности философско-эпистемологического анализа // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2014. № 2 (26). С. 24–40.

4. Босс В. Интуиция и математика. М.: Либроком, 2011. 222 с.

5. Диллард Ш. Типы интуиции. Выявление и развитие скрытых способностей. СПб.: Весь, 2012. 104 с.

6. Султанова Л.Б. Природа топологической интуиции // Российский гуманитарный журнал. 2016. Т. 5. № 1. С. 14–21.

УДК 378.4:378.147

ПРАКТИКА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**Нуштаева А.В.***ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
Пенза, e-mail: nushtaeva.alla@yandex.ru*

Анализ результатов опыта дистанционной (онлайн) работы в техническом университете, а также материалов различных вебинаров и онлайн-курсов показал, что для дистанционных занятий требуется применять другие методы (аудио, видео, вебинары) и значительно снижать объем материала лекций, лабораторных и семинарских занятий в соответствии с теорией когнитивной нагрузки. Таким образом, при переходе в онлайн есть два пути: увеличивать число учебных часов или уменьшать содержание курса. При этом становится главной роль самостоятельной работы студента, значительно увеличивается учебное время студента и рабочее время преподавателя. С другой стороны, дистанционные формы обучения способствуют формированию у студентов надпрофессиональных гибких навыков, таких как способность к адаптации, критическое мышление по отношению к интернет-контенту, креативность мышления и т.п., обеспечивающих гибкость в профессии. Поэтому оптимальным вариантом является смешанное образование. По данным анкетирования, студенты университета предпочитают, тем не менее, традиционные лекции и лабораторные работы в очном (офлайн) формате, но экзамен или зачет – в виде электронных работ или тестов (в том числе онлайн). Примерно половина опрошенных студентов выбрали бы 100%-ное очное обучение, а другая половина – смешанное обучение в соотношении 50/50.

Ключевые слова: дистанционное обучение, высшее образование, когнитивная нагрузка, студент, методы

PRACTICE OF DISTANCE LEARNING AT HIGHER SCHOOL**Nushtaeva A.V.***Penza State Agrarian University, Penza, e-mail: nushtaeva.alla@yandex.ru*

The analysis of the results of the experience of distance (online) work at a technical university, as well as the materials of various webinars and online courses showed that distance learning requires the use of other methods (audio, video, webinars), and significantly reduce the amount of lecture material, laboratory and seminar classes in accordance with the theory of cognitive load. Thus, when going online, there are two ways: to increase the number of training hours or to reduce course content. At the same time, the role of the student's independent work, the student's study time and the teacher's working time significantly increase. On the other hand, distance learning forms contribute to the formation of students overprofessional soft skills, such as the ability to adapt, critical thinking in relation to Internet content, creativity of thinking, etc., providing flexibility in the profession. Therefore, the best option is mixed education. According to the questionnaire, university students prefer, however, traditional lectures and laboratory work in the full-time (offline) format, but the exam or test – in the form of electronic works or tests (including online). Approximately half of the students surveyed would choose 100% full-time study, and the other half would choose 50/50 blended learning.

Keywords: distance learning, higher education, cognitive load, student, methods

Вынужденный временный переход всех систем образования на дистанционную форму весной этого года ставит перед преподавателями новые задачи, поскольку, как показывает практика такого перехода, формы очного (офлайн) обучения не получается просто перенести в онлайн без ущерба. Сразу скажем, что, на наш взгляд, полный переход в онлайн, конечно, сделал бы образование ущербным и примитивным. Такой вариант мы здесь не будем обсуждать. Предлагаем рассмотреть возможности дистанционных (онлайн) методов для обогащения российского сегодняшнего образования на примере высшей школы.

Теория когнитивной нагрузки. Когнитивной нагрузкой в психологии называется общий объем умственных усилий, используемых рабочей (краткосрочной) памятью. Согласно теории когнитивной нагрузки (или теории схем) [1, 2], информация может усваиваться только при условии, что

она не перегружает мозг; мозг хранит информацию в схемах. Процесс обучения заключается в формировании у студента когнитивной схемы, в которую включены связанные элементы знания. Автор теории Дж. Свеллер выделял объективную (свойственную предмету изучения) и внешнюю (обусловленную способом подачи) когнитивную нагрузку. С этой точки зрения, для эффективного усвоения электронного курса необходимо снизить внешнюю нагрузку на рабочую память студента в ходе каждого отдельного задания. Если перефразировать принципы снижения нагрузки [1, 2] применительно к высшей школе, то получаем следующие рекомендации:

1) сократить количество избыточной теоретической информации (убрать нагрузку из второстепенных, неважных элементов);

2) объединять информацию из разных источников в один, чтобы студентам не пришлось искать ее (или поиск, анализ

и объединение информации может быть отдельным заданием для самостоятельной работы);

3) не предлагать студентам решать задачи, включающие слишком много действий; иначе говоря, курс должен состоять из комплекса небольших заданий, которые вместе составляют общую задачу;

4) использовать в процессе обучения разнообразные способы подачи информации: вербальный, аудио, видео, визуальные эффекты и т.п., что особенно доступно в формате электронного курса.

Общая нагрузка складывается из объема информации, сложности задания, времени и темпа выполнения. Адекватная нагрузка дает студенту возможность понять новую информацию, переработать ее в рабочей памяти и в результате закрепить в долговременной памяти. В то время как когнитивная перегрузка не оставляет студенту шанса выполнить задание и усвоить материал.

Цель исследования – разобраться, во-первых, с методами дистанционной работы, а во-вторых, проанализировать их эффективность по результатам дистанционного обучения в высшей школе.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования использовался опыт дистанционной работы со студентами университета (очное отделение), результаты опроса (анкетирования) студентов и материалы многочисленных вебинаров, онлайн-курсов, курсов повышения квалификации на образовательных платформах Юрайт, Лекториум и электронно-библиотечной системы Лань.

Результаты исследования и их обсуждение

Основные организационные формы обучения, применяемые в российской высшей школе, согласно рабочим программам дисциплин, – лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа студента (СРС). Стандартная модель очного обучения может быть выражена схемой: лекции → лабораторные работы, практические занятия → самостоятельная работа студента → контроль.

В случае дистанционного обучения (ДО) становится более значимой роль самостоятельной работы студента и та часть работы преподавателя, которая выходит за рамки «аудиторного» времени (условно «аудиторным» назовем время непосредственной онлайн-работы, включенной в учебное расписание студента). Формы подачи материала, взаимодействия преподавателя и студентов, формы контроля дистанционного обучения

также отличаются от таковых форм очного обучения.

Лекционная форма преподавания – наиболее экономичный и эффективный способ обучения, средство прямого личного воздействия лектора на большую аудиторию одновременно [3]. Лекции в дистанционном обучении могут быть представлены в следующих цифровых форматах [4, 5]:

- аудиолекция – звуковой файл (преподаватель заранее записывает и добавляет в электронную среду или рассылает студентам);

- видеолекция – видеофайл (аналогично);

- слайд-лекция – слайды презентации с речевым сопровождением преподавателя;

- текстовая лекция – текстовый документ PDF, Word, PowerPoint или элемент виртуальной платформы в линейном или древовидном виде;

- вебинар – видеоконференция с применением Skype, Zoom, Google Meet, Webinar, BigBlueButton (на платформе LMS Moodle) и т.д. (преподаватель читает лекцию в режиме реального времени с использованием слайдов).

Все эти виды отличаются от традиционной аудиторной лекции не только формой, но и объемом материала, который могут содержать в соответствии с теорией когнитивной нагрузки. Аудио- или видеолекция должна быть записана качественно, с использованием хорошего оборудования, с правильной постановкой света, и по времени длиться должна не более 15–20 мин (оптимально 5–10 мин), иначе студенты ее точно не прослушают / не просмотрят полностью. Такой файл может содержать самое главное в сжатом виде, объяснение самых сложных моментов темы и, как правило, дополняется текстовым вариантом лекции. Максимальный объем текстовой лекции вместе с рисунками – 8–10 страниц (оптимально – примерно 4–5 страниц), если мы рассчитываем, что студент проработает и поймет материал (видео плюс текст), а также ответит на вопросы – все это за 90 минут занятия. Опыт показывает, что материал одной обычной очной лекции приходится разбивать на 2–3 дистанционные лекции.

Контент (содержание) задания для самостоятельной работы студента во время практического занятия или лабораторной работы также будет ограничен рамками когнитивной нагрузки. Без непрерывной поддержки преподавателя, которую мы оказываем во время очного занятия, каждую практическую и лабораторную работу приходится сокращать или дробить на части. Таким образом, при переводе курса в дистанционную форму необходимо либо уве-

личивать число часов, либо уменьшать объем материала.

Практические занятия в ДО сводятся в основном к двум видам:

- задание → контроль (студент получает задание в виде файла или элемента образовательной платформы, самостоятельно выполняет его и сдает);

- видеоконференция – онлайн-семинар, во время которого применяется такая же методика, как и на очном занятии; при этом студенты могут работать группами в виртуальных комнатах.

Для таких занятий требуется активное взаимодействие преподавателя и студентов (как с группой, так и индивидуально) в виде чатов, форумов, видео- и аудиосвязи. Появились новые виды занятия – чат-урок, урок-конференция. Особенно интересна и перспективна, на наш взгляд, видеоконференция-семинар с коммуницированием, решением задач, представлением докладов и презентаций, обсуждением вопросов в режиме реального времени. Такая форма требует вовлеченности, активности студентов и, конечно, технической оснащенности всех участников и устойчивого соединения с интернетом.

Лабораторные работы в ДО, как правило, сводятся либо к электронной имитации реального эксперимента, либо к форме практического занятия. Есть еще одна особенность дистанционных заданий: нужно готовить индивидуальный вариант задания для каждого студента или отдельные варианты для небольшой группы студентов в случае коллективной работы. Это еще раз иллюстрирует, что методы, задания, учебно-методические пособия, применяемые в очном процессе обучения, требуют глубокой переработки при переводе в дистанционный формат.

Следующие варианты цифровых заданий предлагаются для практического, лабораторного или семинарского занятия [4, 5]:

- глоссарный тренинг или тест-тренинг;
- составление логических схем;
- компьютерный тренинг, направленный на развитие логического мышления, практических навыков;

- профтьютор – индивидуальное компьютерное занятие со специальным программным обеспечением, используемым в будущей профессиональной деятельности;

- имитационный профтьютор, имитирующий работу профессиональной направленности;

- узкоспециализированные лабораторные тренинги;

- коллективные тренинги (интерактивные семинары) по сценариям: «вопро-

сы – ответы», «дискуссия», «круглый стол», «мозговой штурм», «ролевая игра».

Для консультирования в сети также есть своя терминология, произошедшая от соответствующих английских слов [4]:

- тьюторинг – электронное, дистанционное консультирование, сопровождение;

- слайд-тьюторинг – использование дидактического материала в виде непрерывно доступных слайд-лекций;

- IP-хелпинг – индивидуальная асинхронная консультация по типу «вопрос – ответ».

Организация экзамена и зачета дистанционно, наоборот, мало отличается от аудиторной формы контроля. Это может быть как тест (зачет в виде компьютерного теста давно применяется наряду с другими формами), так и билеты с устными вопросами (через Skype, Zoom и т.п.). Последний вариант очень просто решает главную проблему дистанционного экзамена (или зачета) – идентификацию личности студента. Внедрение системы распознавания лиц в скором будущем позволит решить эту проблему при любом варианте экзамена. Оценивание по результатам теста тоже может быть адекватным, если он содержит достаточно большой банк вопросов, причем вопросы оригинальные (нельзя найти ответы в интернете) и правильно построенные.

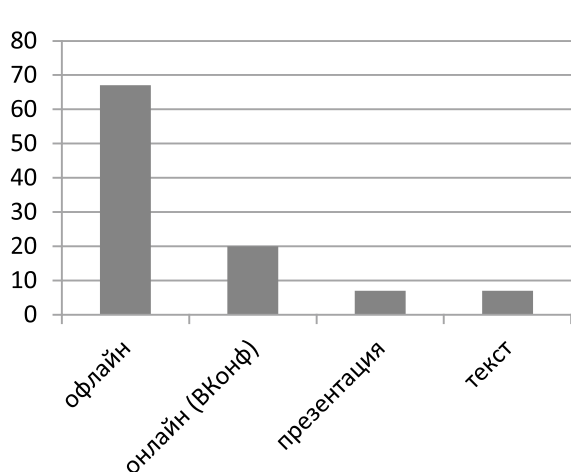
Дистанционное обучение не должно вытеснять очное (очень хочется надеяться, что и не будет), но может его дополнить. Это называется смешанным обучением. Многие современные педагогические направления рассматривают обучение как особым образом организованное общение, которое делится на непосредственное общение (человек – человек) и опосредованное (человек – информация – человек) [6]. По числу взаимодействующих учащихся выделяют индивидуальный, групповой и коллективный способы обучения. Последний (КСО) представляет собой общение в парах переменного состава [6]. Пример смешанного обучения – перевернутый класс, структура которого: СРС онлайн (просмотр видеолекций, чтение учебных текстов) → лабораторные работы, практические занятия, семинары (очно) → СРС онлайн (тесты). У такого подхода есть свои сторонники. На наш субъективный взгляд, метод перевернутого класса, по сути, есть модель заочного высшего образования. Ценность очного образования заключается именно в преподавании теории и практики, а не только в сопровождении и оценивании самостоятельной работы студента. Обычно главным достоинством дистанционного образования называется его дешевизна и доступность [7].

Однако, во-первых, как показала практика, дистанционный подход требует большего количества часов работы как для преподавателя (а это и оплата рабочего времени), так и для студента. А во-вторых, если пойти путем не увеличения часов, а уменьшения контента и нагрузки, то дешевизна вряд ли сможет компенсировать низкий уровень такого образования. Представим себе хирурга, инженера-строителя, учителя, которые обучались только дистанционно. Вряд ли кто-то хотел бы, чтобы его оперировал такой хирург. Когда-нибудь учителю, обучающемуся онлайн, придется выйти в офлайн и обнаружить, что здесь работают другие методы. Поэтому учиться необходимо в той среде, в которой мы будем жить и работать.

Сторонники ДО считают, что именно дистанционные формы обучения особенно способствуют формированию у студентов гибких навыков (soft skills), включающих коммуникативность, способность к адап-

тации, критическое мышление (в том числе по отношению к интернет-контенту), креативность мышления. Это надпрофессиональные навыки, обеспечивающие гибкость в любой профессии. Таким образом, при смешанном обучении электронные и дистанционные формы могут эффективно дополнить традиционные очные занятия, проверенные временем. Многие российские университеты уже практикуют смешанное обучение в той или иной степени, например на базе платформы Moodle в локальной сети вуза.

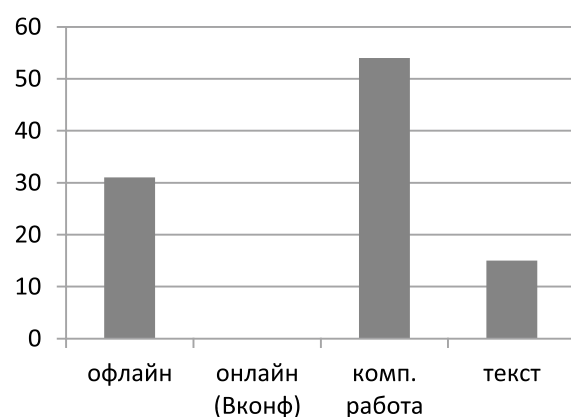
В связи с расширением дистанционного образования появились новые направления педагогической профессии: тьютор, педагогический дизайнер, координатор образовательной онлайн-платформы. Тьютор (tutor) – это индивидуальный наставник, сопровождающий обучающегося в учебном процессе, помогающий решать учебные и организационные вопросы, репетитор.



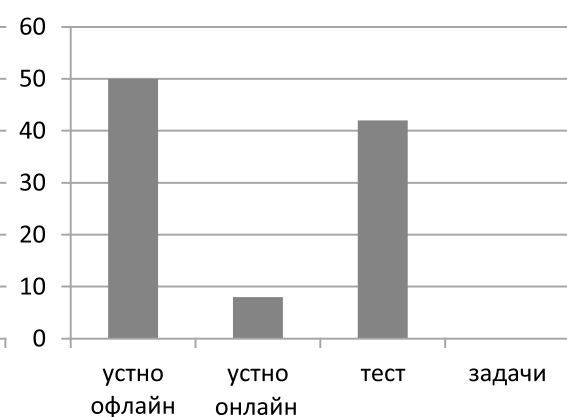
(а) Лекция



(б) Лабораторная работа



(в) Семинар



(г) Экзамен

Форма занятия по выбору студентов: ВКонф – видеоконференция, РГР – расчетно-графическая задача

Тьютор должен быть специалистом и в области предмета изучения, и в психологии и педагогике. Педагогический дизайнер – специалист по комплексной разработке образовательного контента дисциплины, обладающий навыками программирования, аудио-, видеосъемки и монтажа, знаниями педагогики, дидактики, психологии, дизайна. Таким образом, профессия педагога тоже меняется.

После практики полностью дистанционного обучения в течение двух месяцев весной 2020 г. мы провели опрос студентов второго курса университета (очное отделение) с целью выявить, какие виды занятий, по их мнению, можно перевести в онлайн-форму, а какие необходимо закрепить в аудиторном виде. На рисунке представлены диаграммы результатов этого опроса.

Как видно из диаграмм, около 70% студентов предпочитают традиционные лекции и лабораторные работы в офлайн-формате. В качестве причины такого выбора чаще всего называют «мне проще учиться, если преподаватель все объясняет при личном общении». А вот семинары, а также экзамен или зачет многие предпочитают проходить в виде электронных работ и тестов, даже если при любой форме будет контроль личности и невозможность подсмотреть в интернете (такое условие предлагалось при опросе). В итоге 55% студентов выбрали бы 100%-ное очное обучение, а 45% опрошенных выбрали смешанное обучение 50/50. Интересно, что никто не выбрал 100%-ное дистанционное обучение

даже из отстающих и прогуливающих занятия студентов.

Выводы

1. Методы онлайн-образования способствуют формированию надпрофессиональных гибких навыков и хорошо сочетаются с очными образовательными методами.

2. Дистанционной формой обучения можно заменить заочное или второе высшее образование. Первое высшее образование должно быть только очным и аудиторным, либо смешанным с преобладающей долей очных занятий (по личному мнению автора).

Список литературы

1. Pappas Ch. Cognitive load theory and instructional design. [Электронный ресурс]. URL: <https://elearningindustry.com/cognitive-load-theory-and-instructional-design> (дата обращения: 26.05.2020).
2. Теория когнитивной нагрузки и педагогический дизайн. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/teoriya-kognitivnoi-nagruzki-i-pedagogicheskii-dizayn> (дата обращения: 26.05.2020).
3. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы: учеб. пособие. М.: Логос, 2012. 448 с.
4. Технология создания электронных обучающих курсов в системе дистанционного обучения на базе LMS Moodle. ЧОУ ДПО «Центр образовательных услуг». [Электронный ресурс]. URL: <https://c1212.c3072.ru/course/view.php?id=156> (дата обращения: 17.05.2020).
5. Инструменты дистанционного обучения. ОП Юрайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/online-course/view/4> (дата обращения: 13.05.2020).
6. Крашенинникова Л.В., Захаров К.П. Применение методик коллективной организационной формы обучения в цифровой образовательной среде // Сибирский педагогический журнал. 2019. № 6. С. 56–68.
7. Уильям Г. Боуэн. Высшее образование в цифровую эпоху / Пер. с англ. Дмитрия Кралечкина. М.: Изд. дом Высш. шк. экономики, 2018. 222 с.

УДК 37.025.7:372.881.1:378

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ СИНТАКСИЧЕСКИХ ЕДИНСТВ НЕМЕЦКОГО И АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКОВ В КОНТЕКСТЕ МУЛЬТИЛИНГВАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗАХ

Рыбкина С.Н.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
Екатеринбург, e-mail: swrybkina@mail.ru*

Статья посвящена топологическим особенностям структурной организации основных синтаксических единств немецкого и английского языков в контексте мультилингвального обучения в неязыковых вузах. Актуальность обращения к методике мультилингвального обучения, предполагающей формирование единой системы изучения языков путем опоры на данные их сопоставления по различным параметрам, обусловлена ситуацией полиглоссии в современных неязыковых вузах и сокращением учебных часов на изучение иностранных языков, стимулирующих поиск наиболее оптимальных способов подачи учебного материала. Сопоставляя топологические особенности основных синтаксических единств немецкого и английского языков, автор приходит к следующим выводам: при широкой представленности элементов фиксированного порядка слов и наличии сходных форм закреплённости словоформ на уровне подчинительного атрибутивного словосочетания (номинальная рамка) в обоих языках последние обнаруживают существенное различие в формах закреплённости словоформ на уровне предложения. В немецком предложении фиксированность связана с дистантным положением частей сказуемого и других глагольных конструкций (вербально-предикативная и вербальные рамки), в английском языке она связана прежде всего с фиксированным положением подлежащего и сказуемого, а также ряда других членов предложения. Природа закреплённости словоформ в немецком и английском языках также различна: в английском языке она обусловлена преимущественно морфологическим типом языка, в то время как в немецком языке она связана со спецификой исторически сложившейся в данном языке грамматической системы построения, одним из важнейших элементов которой являются топологические средства структурной организации синтаксических единств. Знание названных закономерностей способствует более глубокому пониманию специфики структур немецкого и английского языков, а также предотвращению случаев интерференции в области порядка слов при обучении данным языкам в рамках мультилингвальной методики.

Ключевые слова: мультилингвальное обучение, полиглоссия, неязыковые вузы, английский язык, немецкий язык, морфологический тип языка, синтаксический строй, система построения синтаксических единиц, топологические средства, рамочная конструкция

ON PECULIARITIES OF TOPOLOGICAL MEANS OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE BASIC SYNTACTIC UNITIES OF GERMAN AND ENGLISH LANGUAGES IN THE CONTEXT OF MULTILINGUAL TEACHING IN NON-LINGUISTIC UNIVERSITIES

Rybkina S.N.

Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, e-mail: swrybkina@mail.ru

The article is devoted to the topological peculiarities of the structural organization of the basic syntactic unities of the German and English languages in the context of multilingual education in non-linguistic universities. The relevance of applying to the multilingual teaching methodology, which involves the formation of a unified system of language learning by relying on the data of their comparison according to various parameters, is due to the situation of polyglossy in modern non-linguistic universities and the reduction of study hours for studying foreign languages, stimulating the search for the most optimal ways of teaching material. Comparing the topological peculiarities of the basic syntactic unities of the German and English languages, the author comes to the following conclusions: with a wide representation of elements of the fixed word order and the presence of similar forms of fixed word forms at the level of the subordinate attributive phrase (nominal frame) in both languages, the latter reveal a significant difference in the forms of fixed word forms at the sentence level. In the German sentence, fixity is associated with the distant position of parts of the predicate and other verb constructions (verbal-predicative and verbal frames), in English, it is associated primarily with the fixed position of the subject and predicate, as well as a number of other members of the sentence. The nature of the fixation of word forms in German and English is also different: in English it is mainly determined by the morphological type of language, while in German it is associated with the specific character of the grammatical construction system historically developed in this language, one of the most important elements of which are topological tools of structural organisation of syntactic unities. Knowledge of these patterns contributes to a deeper understanding of the specifics of structures of the German and English languages, as well as prevention of cases of interference in the field of word order when teaching these languages as part of a multilingual education.

Keywords: multilingual education, polyglossy, non-linguistic universities, English, German, morphological type of language, syntactic structure, system for constructing syntactic units, topological tools, framework design

В ситуации полиглоссии, характерной для современных учебных заведений России и многих других стран мира, все большую актуальность приобретает идея преемственности при изучении различных языков [1, 2]. Свое наиболее последователь-

ное воплощение данная идея получила в так называемой методике *мультилингвального обучения*, предполагающей учет лингвистического, социокультурного, прагматического и когнитивного опыта, приобретенного при изучении предыдущих языков [3].

Значимость применения данной методики, с нашей точки зрения, наиболее ощутима в условиях преподавания иностранных языков в *неязыковых вузах* в силу отнесенности первых к числу так называемых непрофильных предметов, а также существенного сокращения учебных часов, отводимых на их изучение в последние годы, и ряда других факторов, стимулирующих преподавателей иностранных языков к поиску наиболее оптимальных способов подачи учебного материала.

Использование опыта изучения предыдущих языков, связанное с применением методики мультилингвального обучения, предполагает в свою очередь их сопоставление, т.е. выявление как общих черт этих языков, так и специфики каждого из них, необходимое для подготовки соответствующих учебных пособий для целей мультилингвального обучения, публикуемых, в частности, в представляемом нами вузе [4–6]. При этом, выбирая языки для проведения сопоставительных исследований в рамках методики мультилингвального обучения, нельзя упускать из виду родной язык как фактор, формирующий единую систему обучения нескольким иностранным языкам [3, 7].

Особый интерес для сопоставления представляют, в частности, такие языки, как *немецкий* и *английский*, часто предлагаемые к одновременному или последовательному изучению в самых различных учебных заведениях, в том числе и в неязыковых вузах.

Основанием для такого интереса являются, с одной стороны, высокая степень их типологического сходства, вытекающая из факта их генетической близости, а именно их принадлежности к германской группе индоевропейской семьи языков, а с другой – наличие ряда существенных различий, вызванных целым рядом исторических факторов, обусловивших их дивергентное развитие.

Эти различия обусловлены, в частности, определенными особенностями *синтаксического строя* данных языков, касающимися *композиционных аспектов* основных синтаксических единиц, или, иными словами, *системы построения* данных языков, важным элементом которой наряду с ритмико-интонационными средствами и сочетательными закономерностями служат *топологические средства* структурной

организации синтаксических единств [8, с. 52–57].

Как известно, *топологические средства*, связанные с *порядком следования элементов* в синтаксической цепи, являются одной из важнейших типологических характеристик языка и особенностей его синтаксического строя [8, с. 52–57; 9, с. 107].

Цель статьи – сопоставить особенности топологических средств структурной организации основных раздельнооформленных синтаксических единств немецкого и английского языков – предложения и субстантивного атрибутивного подчинительного словосочетания, а также цельнооформленных синтаксических структур – субстантивных композитов атрибутивно-подчинительного типа – как составной части системы построения данных языков.

Материалы и методы исследований

В качестве методов исследования нами были выбраны методы наблюдения, описания и сопоставления.

Материалом исследования послужили примеры из публицистических текстов на немецком и английском языках, находящиеся в отношении «оригинал» и «перевод».

Результаты исследований и их обсуждение

Прежде всего рассмотрим в сопоставительном плане особенности использования топологических средств структурной организации *предложения* в обоих языках.

Как известно, в топологической системе языка имеются два основных типа соотносительной позиции языковых единиц – *контактный* (контактный порядок слов) и *дистантный* (дистантный порядок слов), предполагающие в свою очередь также наличие *интерпозиции* [8, с. 53].

В *немецком языке* на уровне *предложения* преобладают структуры, образуемые *дистантной* постановкой частей синтаксических конструкций, представляющих собой структурное либо семантическое единство, получивших название *рамочных*. Рамочная конструкция является напряженной структурой, так как мы не можем понять смысл предложения либо определенной его части, пока не достигнем конца структуры, где находится смыслообразующий компонент [8, с. 141].

Рамочные структуры присутствуют в немецких предложениях в виде вербально-предикативной и вербальной рамок. Составными частями вербально-предикативной рамки могут, в частности, являться части составного глагольного сказуемого

(kann sehen), составные части аналитических форм (hat gesehen, wird gemacht), глаголы и относящиеся к ним отделяемые приставки (steht auf), части сложных глаголов (sieht fern), глагол-связка и относящийся к нему предикатив (ist klein), глагол и приглагольное отрицание (lernt nicht), спрягаемая форма глагола и член предложения, связанный с ней отношением обязательной сочетаемости (nimmt Abschied, trägt Sorge) и иное, например:

Die ersten Städte wurden erst vor rund 8000 Jahren gegründet.

In den vergangenen 100 Jahren hat sich viel verändert.

Закон рамки действует также во всех других структурах, где есть глагол, такая рамка называется *вербальной*. Примерами такой рамки являются рамка инфинитивных оборотов с частицей zu и рамки инфинитивных оборотов (an) statt + zu + Infinitiv, ohne + zu + Infinitiv, um + zu + Infinitiv, например:

Dann lernten sie, Tiere zu halten und Früchte anzubauen.

Die Männer mussten auf die Jagt gehen, um ihre Gemeinschaft zu ernähren.

Важно отметить, что в немецком предложении рамка является *структурно-грамматической нормой*, обязательной к соблюдению. Отклонения от этой нормы, связанные с выносом отдельных частей высказывания за пределы рамки, возможны, но они должны быть *мотивированы* стилистическими, коммуникативными либо структурными факторами [8, с. 168].

Из вышесказанного следует, что рамка, цементирующая немецкое предложение и являющаяся, таким образом, синтетической синтаксической структурой, опирается на развитые формы анализа и изоляции в немецком языке.

Эта особенность проступает наиболее ярко на фоне *английского языка*, в котором элементы анализа и изоляции присутствуют даже в большей степени, чем в немецком. Являясь с точки зрения морфологического строя чисто аналитическим языком и располагая большим количеством аналитических форм (have taken, was given), чем немецкий, он обладает, помимо этого, так называемыми фразовыми глаголами (get up, go out), а также конструкциями «десемантизированный глагол плюс существительное» (take care, give lesson), «глагол-связка плюс предикатив» (is clever, was good) и другими конструкциями, представляющими собой структурные предпосылки для образования рамки.

Тем не менее массового распространения рамки на уровне предложения, а тем бо-

лее ее функционирования в статусе структурно-грамматической нормы в английском языке мы не наблюдаем. Части всех указанных форм в английском предложении располагаются, как правило, *контактно*. Особенно отчетливо данное различие видно на примере сопоставления немецких и английских предложений, находящихся друг к другу в отношении «оригинал» и «перевод» (используем сокращения De для немецкого и En для английского языка):

1.

De: Zahlreiche erfolgreiche Firmen sind aus dem Umfeld der Universität hervorgegangen.

En: Numerous successful companies have emerged from the university environment.

2.

De: Junge Wissenschaftler werden in strukturierten Promotionsprogrammen gefördert.

En: Junior researchers are supported in structured Ph.D. programs.

Единственный вид рамки на уровне предложения в английском языке наблюдается в виде раздельного употребления вопросительного слова и относящегося к нему предлога:

Who does he want to be with?

What do we make plastic from?

При этом необходимо отметить, что *фиксированность* словоформ в предложении в значительной степени присуща и *английскому языку*, однако связана она не с рамкой, а прежде всего с местом подлежащего (перед сказуемым в повествовательном и сразу после вспомогательного глагола в вопросительном предложении), сказуемого, определения, а также иных членов предложения, например:

The students have left the room.

Have the students left the room?

Следует, однако, обратить внимание на то, что фиксированность словоформ в английском предложении объясняется в первую очередь морфологическим типом английского языка, где синтаксическая функция словоформы ввиду слабой оснащенности флексивными показателями определяется ее местом в предложении [8, с. 156, с. 162].

В сравнительном плане примечательно, что словоформы в немецком языке, являющемся языком флексивно-аналитического строя, в частности глагольные формы, образующие сказуемое, напротив, в достаточной степени оснащены флексивными показателями, однако как раз данные формы в немецком предложении в наибольшей степени фиксированы и представлены в виде рамочных структур.

Таким образом, наличие рамки в немецком языке, по мнению, В.Г. Адмони, обу-

словлено не грамматической аморфностью его словоформ. Рамка в немецком предложении является, по его мнению, проявлением исторически сложившейся в данном языке грамматической *системы построения*, наиболее ярким выражением *универсальной структурной модели* немецкого языка, заключающейся в четкой формальной выраженности структурного единства любого синтаксического образования [8, с. 160–161].

В топологических особенностях другой основной синтаксической структуры – *субстантивного атрибутивного подчинительного словосочетания* – в немецком и английском языках наряду с наличием сходных черт также наблюдаются различия.

Сходство состоит в том, что в обоих языках данные словосочетания оформляются дистантными – *рамочными* – структурами, образуемыми артиклем (либо его функциональными аналогами в виде предлога, местоимения, числительного и т.д.) и существительным, к которому он относится, например:

1.
De: *das größte Universitätsklinikum*
En: *the largest university hospital*

2.
De: *diese besten fünf deutschen Universitäten*
En: *these five best German universities*

Такого рода рамки называются иначе *номинативными* ввиду того, что они оформляют номинативные синтаксические структуры.

Различия между названными языками касаются *порядка слов внутри* такой рамки, ее *размера*, т.е. количества компонентов внутри нее, а также *частотности* ее употребления.

Так, порядок следования компонентов внутри *рамки* субстантивного атрибутивного подчинительного словосочетания в *немецком языке* регулируется следующим правилом: близость слов внутри рамки к определяемому слову прямо пропорциональна их семантической близости [10, с. 387].

Порядок слов внутри соответствующей *английской* структуры подчиняется совсем другому правилу: степень смысловой близости к определяемому слову не играет такой роли, как в немецкой рамке; слова в английской рамке слева направо располагаются в следующем порядке: сначала следует слово, обозначающее мнение говорящего, затем – слова, обозначающие размер, возраст, цвет, происхождение и материал, из которого изготовлен предмет, в названной последовательности. При этом действует общий принцип: слова, обозначающие более общие понятия, ставятся перед слова-

ми, обозначающими более специфические понятия; слова, выражающие мнение, стоят перед словами, обозначающими факты [11, с. 137]. Различия в порядке слов внутри данной номинальной рамки наиболее очевидны на примерах англо-немецких переводов:

1.
De: *die für das damalige Russland neue und einzigartige Planungsstruktur*

En: *the new and unique for Russia of the time planning structure*

2.
De: *das im Ural größte Museum*

En: *the largest in the Urals museum*

Из вышеприведенных примеров видно, что в немецких примерах согласованные определения как наиболее тесно связанные по смыслу с определяемым словом находятся непосредственно перед ним в соответствии с принципом порядка слов внутри немецкой номинальной рамки, в то время как в соответствующих английских структурах слова располагаются в соответствии с названным выше принципом.

Помимо этого, необходимо отметить, что немецкие структуры подобного типа могут достигать достаточно большого размера при сравнительно более высокой частотности в письменной речи, например:

ihre vorbildliche, auf Chancengleichheit ausgerichtete Personalführung

Аналогичная структура в *английском языке* гораздо менее частотна в письменной (не говоря уже об устной) речи и, как правило, сравнительно невелика по объему. При переводе с немецкого на английский рамка субстантивного атрибутивного подчинительного словосочетания, как правило, «разрыхляется», т.е. ряд компонентов выносится за пределы рамочной структуры, сокращая ее размеры, даже если они не очень велики в предложении оригинала:

1.
De: *der in der Weltgeschichte erste Goldrausch*

En: *the first gold rush in the world history*

2.
De: *die russlandweit größte Karsthöhle*
En: *the largest karstic cave in Russia*

3.
De: *die bahnbrechenden und mit Nobelpreisen gekrönten Forschungsergebnisse*

En: *the pioneering research resulting in numerous Nobel Prizes*

Цельнооформленные синтаксические структуры, какими являются *окказиональные субстантивные композиты атрибутивно-подчинительного типа*, в *немецком языке* также могут рассматриваться в качестве *рамочных*. Компоненты данных структур сохраняют последователь-

ность компонентов субстантивных атрибутивно-подчинительных словосочетаний, к которым они восходят. Отличие состоит лишь в большей степени спаянности компонентов данных цельнооформленных структур [12, с. 138], например:

die Internet-Sicherheitsmesse, der Europa-Pessimismus, die Zweidrittel-Mehrheits-CSU

Однако необходимо отметить, что такого рода немецким цельнооформленным синтаксическим структурам в *английском языке* соответствуют, как правило, раздельнооформленные синтаксические структуры. Это могут быть структуры с аналогичной последовательностью компонентов – и тогда номинальная рамочная структура сохраняется – либо структуры с правым определением – в этом случае имеет место полный (или частичный) отказ от рамки. Это наглядно показывают примеры переводов:

De: *die Politik-und Sozialwissenschaften* – En: *the Political and Social Sciences*

De: *die Literaturnobelpreisträgerin* – En: *the Nobel Prize laureate in Literature*

De: *die Exzellenzuniversität* – En: *the university of excellence*

De: *das Lateinamerika-Institut* – En: *the Institute for Latin American Studies*

Факт гораздо менее частотного использования композитных структур в английском языке подтверждается, в частности, результатами исследований, проведенных в свое время Е.С. Кубряковой среди пяти германских языков – датского, шведского, исландского, английского и немецкого – относительно встречаемости композитов в словаре и в текстах этих языков. Данные исследований показали сравнительно более высокую частотность композитов в немецких текстах: немецкий занял 2-е место среди германских языков после исландского (имея 4-е место среди германских языков по встречаемости композитов в словаре), английский же оказался на последнем месте среди германских языков и по встречаемости композитов в текстах, и по их встречаемости в словаре [13, с. 107].

Таким образом, сопоставляя особенности топологических средств структурной организации основных синтаксических единиц в немецком и английском языках, можно сделать следующие выводы.

1. Как в немецком, так и в английском языке в сфере структурной организации основных синтаксических единиц широко представлены элементы фиксированного порядка слов, связанные с закрепленностью определенных словоформ в предложении.

2. При наличии сходных форм закрепленности на уровне *подчинительного атрибутивного словосочетания* (номи-

нальная рамка) имеется существенное различие в формах закрепленности словоформ на уровне *предложения*: если в немецких предложениях в качестве фиксированных словоформ выступают в основном части сказуемого, тяготеющие к дистантной постановке в виде рамочной конструкции, то в английских предложениях закрепленность связана в большей степени с положением прежде всего главных членов предложения – подлежащего и сказуемого, а также в разной степени определения, дополнения и ряда других членов предложения.

3. Природа закрепленности словоформ в данных языках разная. В *английском языке* такая закрепленность связана с грамматической аморфностью слова, т.е. с недостаточной оснащенностью его флективными показателями, ввиду чего синтаксическая функция слова определяется его местом в предложении, т.е. напрямую связана с *морфологическим типом* данного языка.

4. В *немецком языке* фиксированность словоформ в основных синтаксических структурах языка обусловлена не морфологическим типом языка, а спецификой исторически сложившейся в данном языке грамматической *системы построения*, характеризуемой наличием универсальной структурной модели, самым ярким воплощением которой является наличие рамочной конструкции на всех синтаксических подуровнях, а также на словообразовательном уровне в виде полносинтаксических композитов.

5. Знание данных закономерностей обеспечивает более глубокое понимание студентами различий в синтаксическом строе изучаемых языков и способствует предотвращению случаев интерференции в области порядка слов, которая нередко имеет место при обучении данным языкам в рамках мультилингвальной методики.

Список литературы

1. Кечерукова М.А. Создание полиязычной образовательной среды. Опыт Тюменского государственного нефтегазового университета // XLV Международная филологическая научная конференция: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 14–21 марта 2016 г. СПб.: СПбГУ, 2016. С. 148–149.
2. Успенская Е.А. Проблема преемственности процесса обучения второму иностранному языку в неязыковом вузе в свете болонского процесса // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2010. № 1-2. С. 212–217.
3. Маметова Ю.Ф. Методика обучения аудированию при подготовке студентов к поликультурному профессиональному общению (обучение немецкому языку на базе английского языка): автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2013. 24 с.
4. Рыбкина С.Н., Стихина И.А. Базовые структуры немецкой грамматики и их корреляты в английском языке: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2015. 70 с.

5. Рыбкина С.Н., Стихина И.А. Обучение устной речи на немецком языке как втором иностранном после английского по темам «You and me / Erste Kontakte», «Somewhere to live / Wohnen», «Eating and drinking / Essen und Trinken»: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2017. 83 с.
6. Ващенко И.В., Друцко Н.А. Теория и практика английского языка как второго иностранного после немецкого: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2018. 70 с.
7. Хан О.Н., Щелокова А.А. Формирование языковой компетентности специалиста транспортной отрасли при изучении дисциплины «Русский язык и культура речи» // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/08/37231> (дата обращения: 21.05.2020).
8. Адмони В.Г. Грамматический строй как система построения и общая теория грамматики. Л., Наука, 1988. 239 с.
9. Копров В.Ю. Сопоставительный синтаксис русского и английского языков: учебное пособие. Воронеж: НАУКА-ЮНИПРЕСС, 2010. 226 с.
10. Eisenberg P. Grundriss der deutschen Grammatik. Band 2: Der Satz. Verlag J.B. Metzler. Stuttgart-Weimar. 2013. 523 p.
11. Cunningham Gillie, Bell Jan, Clementson Theresa with Chris Redston. Face2face. Advanced Student's Book. Cambridge University Press, 2013. 176 p.
12. Рыбкина С.Н. Рамка как ведущий структурно-организационный принцип оформления синтаксических отношений в немецком языке и ее типологическая отмеченность: автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Саратов, 2004. 25 с.
13. Кубрякова Е.С. О путях изучения типологических особенностей в области словообразования (на материале современных германских языков) // Структурно-типологическое описание современных германских языков. М.: Наука, 1966. С. 74–113.

УДК 378.6

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ВЫХОД ИЗ СЛОЖИВШЕЙСЯ СИТУАЦИИ 2020 ГОДА

Саркисян З.М.

*Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,
Санкт-Петербург, e-mail: zara-sark@inbox.ru*

В статье рассматриваются положительные и отрицательные стороны применения дистанционного обучения не только в нашей стране, но также проведен краткий обзор примеров дистанционного обучения за рубежом; методические, педагогические и психологические аспекты дистанционного образования, проводимого впервые на кафедре общей и медицинской химии им. проф. В.В. Хорунжего Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета. Представлены данные опроса студентов первого курса и преподавателей по предпочтениям формы проведения занятия. По результатам опроса педагогического состава, студентов, слушателей подготовительного отделения предпочтительной формой занятий является очная с проведением лекций, семинаров, лабораторно-практических занятий, особенно когда речь идет о химии. Приводятся аргументы в пользу смешанного типа обучения, так как такая форма дает возможность получения образования нескольким категориям граждан, временно нуждающимся в дистанционном обучении, таким как матери с маленькими детьми, инвалиды. Использование современных технических средств обучения является приоритетным в данной форме обучения, как со стороны преподавателей (графические планшеты), так и со стороны студентов, для большей информативности во время изучения нового материала, но и контроля знаний в том числе.

Ключевые слова: дистанционное обучение, программное обеспечение, эффективность усвоения материала, специфика преподавания химии

THE POSITIVE AND NEGATIVE ASPECTS OF DISTANCE LEARNING AS A WAY OUT OF THE CURRENT SITUATION IN 2020

Sarkisyan Z.M.

St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, e-mail: zara-sark@inbox.ru

The article discusses the positive and negative aspects of the use of distance learning not only in our country, but also provides a brief overview of examples of distance learning abroad; methodological, pedagogical and psychological aspects of distance education, conducted for the first time at the Department of General and Medical Chemistry named after prof. V.V. Khorunzhiy St. Petersburg State Pediatric Medical University. The survey data of 1st year students and teachers on the preferences of the form of the lesson are presented. According to a survey of the teaching staff, students, students of the preparatory department, the preferred form of classes is full-time with lectures, seminars, laboratory and practical classes, especially when it comes to chemistry. Arguments are presented in favor of a mixed type of education, because this form makes it possible to educate several categories of citizens, such as mothers with young children, people with disabilities, temporarily in need of distance learning. The use of modern technical teaching aids is a priority in this form of training, both on the part of teachers, graphic tablets, and on the part of students, for more information while learning new material, but also for controlling knowledge, including.

Keywords: distance learning, software, the efficiency of mastering the material, the specifics of teaching chemistry

Вопрос дистанционного образования – давно существующая и насущная тема для обсуждения не только на уровне учреждений высшего образования, но и среднего звена, школ.

Цель исследования – рассмотрение вопроса приемлемости сугубо дистанционного обучения на кафедре общей и медицинской химии.

Материалы и методы исследования

Анализ имеющихся на сегодняшний день литературных данных по внедрению дистанционного обучения в вузы России в целях изучения дисциплин, в том числе химии; опрос студентов, преподавателей кафедры, слушателей подготовительного отделения.

Результаты исследования и их обсуждение

Рост использования достаточно большого количества и наименований высоких технологий называют революцией в образовании. Конечно, в первую очередь такой прорыв будет ощутим в развивающихся странах Африки, Азии. Параллельно ведется статистический учет пробелов, трудностей, возникающих в процессе дистанционного образования, они анализируются и устраняются, либо улучшаются.

Выработка индивидуального подхода к учащемуся во время таких удаленных занятий – это достаточно хороший аргумент в пользу использования, возможно частичного, онлайн-преподавания.

С другой стороны, рост спроса на онлайн-занятия, повышение их качества подтверждается числом студентов, зачисленных в американские вузы в разные периоды времени начиная с 2011 г. Так, по данным Калдерон и Соренсон [1] в 2011 г. 30% американцев согласились, что дистанционное образование является таким же качественным, как и очное, уже в 2013 г. 37% респондентов были уверены в этом. Причем половина всех затрат (мобильный интернет, закупка планшетов, ноутбуков) в образовательной области приходится на приобретение, подключение, использование, внедрение компьютерных технологий в процесс онлайн-обучения [2].

Существуют различные базы, которые осуществляют этот вид деятельности. Так, платформа Blackboard уже активно используется в таких ведущих университетах мира, как Пристонский, Бостонский, Стенфордский, СПбГУ среди российских и др.

Однако большинство ведущих исследователей эффективности внедрения дистанционного образования высказываются за смешанный тип обучения. Анант Агарвал, комментируя четырехлетнюю систему обучения в Америке, предлагает вводные курсы для студентов первого года обучения вести полностью дистанционно, далее два года необходимо учиться очно, последний курс предполагает в начале дня занятия в университете и окончание дома [3]. Автор считает такой вариант получения образования целесообразным особенно для работающих или ухаживающих за детьми студентов.

С точки зрения авторов публикации [4], дистанционное обучение является не только работой обучающихся над собой, причем непрерывной (оно тем самым запускает механизм привыкания к постоянному познавательному процессу с помощью тех же самых доступных интернет-ресурсов), но и является хорошим базисом для роста преподавателя, т.е. в данном случае преподаватель сам формирует план работы не только конкретного учащегося, исходя из ошибок в отчетных работах студента (самостоятельная, контрольная работа, научный проект и т.д.), но и находится в постоянном поиске новых данных по данному вопросу [5, 6]. Максимальный эффект дистанционного обучения также достижим при внедрении технологий виртуальной реальности. Это явление повлияет за собой не только реструктуризацию финансовой стороны образовательного кластера государства, но полностью повлияет на пересмотр различных педагогических методов и методик. Имея отличную базу советской школы, продолжая ее тради-

ции, мы можем достичь хороших стратегических результатов и опередить в системе образования многие передовые страны.

Курс химии второго семестра для студентов Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, составленный в соответствии со всеми государственными образовательными стандартами РФ, наряду с лекциями, семинарами, предполагает обязательно проведение лабораторно-практических занятий с индивидуальным выполнением химических опытов.

В связи с государственной необходимостью перехода всех учебных заведений, как средних, так и высших, на дистанционное обучение оказалось целесообразным не только применение педагогического мастерства преподавателей, но и привлечение максимально возможных технических средств обучения (ноутбуки, стационарные компьютеры, гарнитура, графические планшеты).

Проведение лекций оказалось возможным в прямом эфире с помощью различных страниц в социальных сетях. Лекции были записаны с тем, чтобы пропустившие по причине болезни или отсутствия доступа в интернет студенты в последующем смогли услышать и посмотреть лекцию. Практические занятия были переведены в форму семинарских. Важно то, что сохраняется единообразие материала, требований в каждой группе, у каждого преподавателя. Особенно остро этот момент был испытан из-за разных возрастов сотрудников кафедры и, к сожалению, отсутствия навыков обращения с компьютером у некоторых преподавателей.

В дистанционных занятиях видеосвязь не использовалась, поскольку, будучи в голосовых каналах, проводя аудиоконференции, преподаватель способен услышать каждого студента, спросить любого студента. В свою очередь, сохраняется непосредственный онлайн-контакт студентов с преподавателем, к тому же поддерживающий студентов с психологической точки зрения в этот непростой период пандемии COVID-19, охватившей все страны нашей планеты.

Использовали демонстрацию как элемент проведения занятия; во время объяснения новой темы или отвечая на возникающие у студентов в процессе занятия вопросы, преподаватели нашей кафедры активно применяют графические планшеты, с помощью которых объясняют механизмы химических реакций, строение органических веществ, формулы биологически активных соединений. Таким образом, происходит иллюстрация обсуждаемо-

го материала. Но отрицательным аспектом именно сейчас является отсутствие двусторонней связи со студентами, так как преподаватель, задавая вопрос или задание, тут же сразу не может проверить, насколько студент освоил данный материал, где именно он ошибается и что недопонимает.

Обязательным элементом контроля знаний является выполнение студентами индивидуальных работ. Предполагается самостоятельное выполнение вопросов по каждой теме, кроме общего домашнего задания. Для этого преподаватель высылает отсканированные карточки с индивидуальными вариантами, разработанными коллективом нашей кафедры. И это важно, потому что в таком случае уменьшается возможность списывания с интернета. Ясно, что ребята будут обсуждать между собой задания, но, с другой стороны, сейчас, в это очень напряженное время, морально тяжело, и такое взаимодействие тоже допустимо и даже может приветствоваться, т.к. укрепляются связи между одногруппниками, однокурсниками и возможен контакт со студентами старших курсов. Занятия проводятся согласно расписанию, установленному учебным отделом, которое остается без изменений с начала второго семестра, несмотря на переход на дистанционное обучение.

На дистанционное обучение также переведены слушатели подготовительного отделения. Для каждого занятия предусмотрены презентации, подготовленные преподавателем, работающим в группе. Опираясь на презентации, дополняя их в процессе проведения занятия, преподаватель поддерживает интерес и намерение поступления в наш педиатрический университет. В данном случае, как и на очных занятиях, преподаватель разбирает варианты ЕГЭ по химии, типовые экзаменационные вопросы. Этот вопрос особенно деликатен, поскольку большинство абитуриентов – слушателей подготовительного отделения – это граждане других стран, приехавшие из Ирана, Индии, Ливана, Египта, Туркмении, Узбекистана, Марокко, Туниса и др. Соответственно, мы не должны снизить уровень нашего преподавания, в том числе и на подготовительном отделении (ПО) [7, 8].

Как показывает практика, студенты педиатрического университета, так же как и иностранные слушатели ПО, посещают наши онлайн-занятия без пропусков, очень стараются быть активными в диалогах с преподавателями [9]. Это еще раз подтверждает правильность выбора такого рода занятий в подобных ситуациях. Но этот вид занятий, эти методы ни в коем случае и ни-

когда не заменят непосредственного человеческого общения, отношений между преподавателем и студентом.

В результате проведенного опроса студентов первого курса (50 человек) и слушателей ПО (50 человек) о том, какой вид проведения занятий им нравится, интересен больше, мы получили 100%-ный однозначный ответ – реальные, аудиторные занятия.

Так, в результате анонимного опроса студентов первого курса были заданы вопросы:

1. Какие проблемы встречаются в течение дистанционного обучения?

2. Какие проблемы возникают при участии на семинарских и лекционных занятиях?

3. Какая форма занятий предпочтительна?

По обработанным данным мы получили следующие результаты:

На первый вопрос 82% учащихся ответили, что никаких проблем не было, 18% ответили, что «вылетает» программа, пропадает звук, «зависает» прямой эфир.

На второй вопрос 34% заявили, что проблем нет, 29% указали на плохое качество звука, у 36% прямой эфир «вылетал».

Третий вопрос: 25% предпочитают дистанционные занятия, 64% – смешанные, 25% – только очную форму занятий.

Таким образом, основные проблемы – технические. Во-первых, были проблемы со связью, во-вторых, к сожалению, не у всех преподавателей и студентов были графические планшеты, позволяющие мгновенно написать необходимые ответы, объяснения и т.д., в-третьих – психологическая отдаленность от преподавателя, бесконтактное образование демотивировало, в некоторых случаях и пропадал интерес к обучению. К тому же появлялись стеснение, робость, не все студенты готовы к ответам во всеулышание, и в какой-то степени это служит поводом для отдаления от предмета, от процесса обучения.

Про предпочтительность смешанной формы обучения, конечно, в первую очередь проголосовали иногородние и иностранные студенты, и это понятно. В данной ситуации карантина, изоляции, равно как и психологической отдаленности, трудно вчерашним школьникам, а тем более в другом городе, в общежитии или на съемной квартире переносить одиночество. Но, с другой стороны, и американские опросы (при обычных условиях жизни) указали на большую склонность студентов (а тем более старших курсов) на смешанный вид занятий.

Понятно, что при смешанной форме занятий объем выполняемой работы практически делится между студентом и преподавателем. Значит, 50%, если не больше,

оказывается обязанностью студентов. Работа в случае смешанного обучения переводится на теоретическую часть, минимально выполняемую преподавателем, т.е. меньше лекций, больше практики со стороны студента, а значит, эта практика может быть осуществлена, например, в виде реферативной работы. Что же касается преподавателя, то это подготовка презентаций с целью проведения лекций дистанционно, вебинаров, а также возможно размещение в класс-румах индивидуальных заданий для студентов. После выполнения индивидуальных работ студент также загружает в класс-рум свой отсканированный ответ.

По поводу возникающих технических проблем – конечно, это все будет учтено и доработано, университеты подготовят более стабильные и надежные платформы для проведения такого рода занятий.

Сессия проходит также дистанционно, это плохо, ясно, что велика вероятность списывания, особенно трудно сдавать сессию онлайн выпускникам 5 или 6 курсов специалитета.

Абитуриенты поступают онлайн. Здесь также из-за технических недочетов возможны сбои и, как следствие, потеря времени, а значит, результативности работы, т.е. полученные данные могут быть не до конца объективными. Возможны варианты видеосвязи на экзамене совместно с онлайн-тестированием. Совмещение двух форм проведение экзамена позволит сформировать максимально объективное представление об абитуриенте, а возможно, и о выпускнике.

В поддержку самоизоляции на каждом занятии каждый преподаватель напоминает о необходимости заботиться о себе и семье, оставаясь всем дома, соблюдая правила самоизоляции. Этот момент рассматривается нами также как психологический положительный контакт в это время минимизации общения в нашем социуме.

Главное во время дистанционных занятий максимально доброжелательное отношение и тон разговора преподавателя с наибольшим числом поощрений студентов для их стимулирования к продолжению обучения в домашних условиях, в поддержании тонуса во время занятий.

Использование грамотно подобранных технических средств обучения позволяет расширить возможности и не отстать в дистанционных занятиях по сравнению с аудиторными.

Стиль занятий остается прежним, т.е. методики те же, не меняются, при максимальной эмпатии к студентам. Используется объяснение материала в диалоговом режиме, «мозговой штурм» и др.

Текстовые каналы общения в данном случае развили и улучшили непосредственные контакты между преподавателем и студентом, т.е. то общение, которое реализуется в обмене сообщениями онлайн, очень хороший инструмент также для поддержки студента. Так и должно быть, имея хорошие человеческие отношения, преподаватель заинтересует студента. Тем более что есть химические программы, бесплатно скачиваемые из интернета, и тогда студент сможет овладеть дополнительными навыками работы в новых нужных программах, которые понадобятся при изучении в дальнейшем таких дисциплин, как фармакология, биохимия и пр.

Теоретические научные студенческие проекты имеют прекрасную возможность развиваться в этот период обучения, так как студентам предоставляется большое количество сайтов библиотек, которыми они могут пользоваться бесплатно. В реализации этих проектов в рамках студенческих научных кружков активно должны и включаются преподаватели – консультанты и руководители студенческих работ, по итогам которых публикуются тезисы в сборниках соответствующих университетов.

Выводы

К выводам по данному материалу можно отнести не только возможность расширения, развития методик и методов преподавания. Правда, к сожалению, с отсутствием практических лабораторных занятий. Однако существуют онлайн-лабораторные работы, дающие возможность проделывать опыты и видеть их физические эффекты на мониторе компьютера. Кроме того, важно, чтобы процесс занятия был направлен в первую очередь на поддержание морального духа студентов. В данном случае преподаватель, априори более мудрый человек, должен и просто обязан выказать свое сугубо положительное отношение, доброжелательность по отношению даже к нерадивому студенту. Находясь в замкнутом пространстве, не всегда в благополучной семье, живя в общежитиях, студенты могут замкнуться в себе, при этом иметь сложное психологическое состояние, депрессию и т.д., поэтому в данных условиях преподаватель должен не только привести материал, донести его, но и, используя остроумие, поднять настроение, или по крайней мере поддерживать позитивный настрой студентов во время, уделенное им при дистанционном обучении.

Для достижения лучших результатов в обучении, как взаимном процессе приобретения и развития знаний не только

учащимися, но и преподавателями, важен смешанный подход с применением дистанционного обучения и реальных традиционных очных занятий.

Список литературы

1. Calderon V.J., Sorenson S. Americans' Trust in Online Higher Ed Rising. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gallup.com/poll/168416/americans-trust-online-higher-education-rising.aspx> (дата обращения: 14.05.2020).
2. Айдрус И.А., Асмятуллин Р.Р. Мировой опыт использования технологий дистанционного образования // Высшее образование в России. 2015. № 5. С. 139–145.
3. The future of universities: The digital degree. The Economist, 28.06.2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.economist.com/news/briefing/21605899-staid-higher-education-business-about-experience-welcome-earthquake-digital> (дата обращения: 14.05.2020).
4. Вишнева И.В., Сингатулин Р.А. Трансформация образования: тенденции, перспективы // Высшее образование в России. 2016. № 2. С. 142–147.
5. Панина Г.С., Вавилова Л.Н. Современные способы активизации обучения: учебное пособие. М.: Академия, 2006. 176 с.
6. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие. 2-е изд. М.: Академия, 2008. 368 с.
7. Окуловская Н.В., Кулаев Д.Х., Шлейкин А.Г., Саркисян З.М. Анкетирование студентов в системе контроля качества обучения // Экономика и экологический менеджмент. 2011. № 2. С. 205–212.
8. Саркисян З.М., Карасавиди А.О. Использование интерактивных методик обучения на занятиях по органической и фармацевтической химии // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института. 2014. Т. 25. № 51. С. 110–112.
9. Саркисян З.М., Земляной Д.А., Пузырев Д.А. Актуальные вопросы преподавания химии и гигиены иностранным студентам в Санкт-Петербургском государственном педиатрическом медицинском университете // Инновации в образовании: материалы региональной межвузовской учебно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. Краснодар, 2020. С. 367–370.

УДК 378.147:378.22

СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СИСТЕМНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Сигитова Л.И.

*ФБГОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет»,
Барнаул, e-mail: 79059892133@yandex.ru*

Статья посвящена поиску решений проблем образования в условиях системной трансформации современного общества. В ее начале дается краткий анализ системы подготовки магистров психолого-педагогического образования, формулируются предположения о тенденциях дальнейшего развития высшего образования в России, определяются наиболее востребованные направления в психолого-педагогическом образовании. В качестве примера в работе рассматриваются основное содержание и формы подготовки магистров по основной профессиональной образовательной программе высшего образования «Психолого-педагогическая безопасность человека в социальном взаимодействии», которая учитывает требования профессиональных стандартов, сопряженных с профессиональной деятельностью выпускника. Описывается опыт использования дистанционных форм обучения в разработке и реализации новой программы, построенной на принципах инновационности, системности, доступности. Содержание программы позволит эффективно формировать у магистрантов ценностное отношение к безопасному социальному взаимодействию, умение осуществлять обучение и в дальнейшем свою психолого-педагогическую деятельность в дистанционной форме. Автор предлагает обновить содержание существующих программ в соответствии с новыми социально-политическими условиями, расширить применение дистанционных форм обучения на разных ступенях образования. Применение представленных содержания и форм позволит значительно повысить доступность современного высшего образования на ступени магистратуры, что впоследствии окажет влияние на качество образования в целом.

Ключевые слова: высшее образование, психолого-педагогическое образование, дистанционное обучение, магистратура, система, содержание, форма

CONTENT AND FORMS OF TRAINING OF MASTERS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL EDUCATION IN CONDITIONS OF SYSTEMIC TRANSFORMATION OF MODERN SOCIETY

Sigitova L.I.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: 79059892133@yandex.ru

The article is devoted to the search for solutions to the problems of education in times of crisis. At the beginning, a brief analysis of the system of training of masters of psychological and pedagogical education is given; assumptions on trends of further development of higher education in Russia formulated, the most demanded directions in psycho-pedagogical education are determined. As an example, the work considers the main content and forms of training of masters in the main professional educational program of higher education «Psycho-pedagogical safety of the person in social interaction,» which takes into account the requirements of professional standards related to the professional activity of the graduate. The experience of using remote forms of training in the development and implementation of a new program based on the principles of innovation, systemacity, accessibility described. The content of the program will allow to effectively form of master's students a value attitude to safe social interaction, ability to carry out training and in the future the psycho-pedagogical activity in remote form. The author proposes to update the content of existing programs in accordance with the new socio-political conditions, to expand the application of remote forms of education at different levels of education. The use of the presented content and forms will significantly increase the availability of modern higher education at the master's level, which will later affect the quality of education.

Keywords: higher education, psycho-pedagogical education, distance education, master's degree, system, maintenance, form

В связи с современными социально-политическими изменениями глобально-масштаба на наших глазах происходит трансформация образования в целом и высшего образования в частности. Кризис образования, продолжающийся более пятидесяти лет, наконец, получил вектор своего дальнейшего развития. В нашей стране вялотекущая борьба традиционного и развивающегося обучения в кратчайшие сроки привела к смене парадигм.

Очевидно, что некоторые элементы системы традиционного образования еще долгое время будут сохранять свою значимость, не давая разрушиться системе образования. Ряд противоречий, связанных с вхождением России в Болонский процесс, теряют свою актуальность:

– осмысление и обобщение зарубежного опыта преемственности между бакалавриатом, магистратурой и аспирантурой, внедрение этого опыта в России идет полным ходом;

– высшее и постдипломное образование стало более доступным, и вхождение России в мировое образовательное пространство уже происходит и принесет свои плоды в недалеком будущем [1].

В связи с этими и другими условиями система высшего образования получает большие возможности для изменения содержания образования в сторону актуальности и развития новых форм обучения.

Ректор Высшей школы экономики Я. Кузьминов в интервью каналу РБК заявляет: «Новые методы при всей своей эффективности с порога отвергались или игнорировались традиционалистами, а традиционалистов в образовании большинство. Работа же в условиях кризиса и вынужденной изоляции вынудит буквально каждого на практике освоить современные технологии. По выходу из кризиса образование уже не вернется в традиционное состояние» [2].

Необходимо отметить, что часть высших учебных заведений уже решали проблему новых форм и содержания, учитывая тенденции развития образования в мире, разрабатывая новые актуальные направления и программы, широко внедряя дистанционные формы обучения. Увидеть это можно на примере опыта подготовки магистров психолого-педагогического образования в Алтайском государственном педагогическом университете.

Для дальнейшего развития системы образования и усовершенствования дистанционной формы обучения необходимы анализ профессиональной востребованности выпускника обществом и государством, учет его образовательных интересов, формирование у будущего магистра ценностного отношения к непрерывному образованию в условиях системной трансформации современного общества.

Результаты исследования будут востребованы в системе подготовки магистров различных направлений, могут учитываться в разработке и внедрении новых направлений подготовки.

Материалы и методы исследования

В ходе предыдущих исследований мы выявили, какие ценности лежат в основе восприятий студентов при выборе программ обучения в магистратуре, и пришли к выводу, что главными ценностями у респондентов являются перспектива, самореализация и успех. Но предпочтения менялись в зависимости от направления обучения [3]. Сведения указаны в табл. 1.

Для определения наиболее востребованных программ педагогического и психолого-педагогического образования в Алтайском государственном педагогическом университете проводится ежегодный мониторинг среди студентов бакалавриата старших курсов. Подтверждением востребованности определенных программ магистратуры является высокий конкурс при поступлении (размещается на сайте приемной комиссии ФБГОУ ВО «АлтГПУ») [4].

Результаты исследования и их обсуждение

На подготовительном этапе была поставлена задача – определить наиболее востребованные программы педагогического и психолого-педагогического образования в Алтайском государственном педагогическом университете. На сайте приемной комиссии ФБГОУ ВО «АлтГПУ» до 2017 г. были размещены результаты ежегодного мониторинга программ магистратуры: каковы конкурс, число поступающих на одно место, какое место занимает это направление среди других реализуемых в университете [4]. Сведения указаны в табл. 2.

Таблица 1

Зависимость выбора респондентом ценности образования от направления обучения

№ п/п	Вариант ответа	% от ответов	Направление обучения
1	Качество обучения	80%	Юридическое, экономическое, психолого-педагогическое, медицинское, техническое
2	Бесплатное обучение	70%	Юридическое, экономическое, психолого-педагогическое, медицинское, техническое
3	Престижность будущей профессии	62%	Дизайн, компьютерные технологии, реклама, управление
4	Невысокая стоимость обучения	60%	Юридическое, экономическое, психолого-педагогическое, медицинское, техническое
5	Престижность вуза	54%	Дизайн, компьютерные технологии, реклама, управление

Таблица 2

Конкурс среди абитуриентов магистратуры по психолого-педагогическому образованию

Год	2013	2014	2015	2016	2017
Кол-во на одно место	6	13,46	20,25	13,42	14
Рейтинговое место	1	2	1	3	2

Таблица 3

Рейтинг направлений обучения в магистратуре среди абитуриентов
Института психологии и педагогики

№ п/п	Вариант ответа	Кол-во в %
1	Психология	30
2	Психологическое консультирование	20
3	Специальная психология и педагогика	16,6
4	Социальная психология и педагогика	13,3
5	Начальное образование	13,3
6	Затрудняюсь ответить	6,8

Из табл. 2 видно, что психолого-педагогическое направление является традиционно востребованным у абитуриентов ФБГОУ ВО «АлтГПУ». В последующие годы (2018–2019 гг.) конкурс на психолого-педагогическое направление оставался неизменно высоким.

Для подтверждения гипотезы: психолого-педагогическое направление магистерских программ востребовано абитуриентами – в 2018 г. был проведен опрос абитуриентов ФБГОУ ВО «АлтГПУ», поступающих на программы магистратуры Института психологии и педагогики. Из 250 абитуриентов случайным образом были отобраны 30 человек, которым был задан и проанализирован вопрос: «По каким программам магистратуры Вы хотели бы обучаться?» Вопрос не предполагал вариантов ответа, требовалось, чтобы респонденты сформулировали направление самостоятельно. В итоге ответы респондентов были сгруппированы по направлениям. Сведения указаны в табл. 3.

Анализ полученных данных, результаты наблюдения автора в качестве председателя экзаменационной комиссии по приему в магистратуру ИПиП ФБГОУ ВО «АлтГПУ» (2015–2019 гг.) позволяют констатировать большую заинтересованность выпускников бакалавриата в поступлении на программы магистратуры, связанные с психолого-педагогическим образованием.

Выявленные тенденции в сфере психолого-педагогического образования показали необходимость разработки и внедрения новой программы магистратуры, отвечающей запросам личности и общества. Кроме психолого-педагогической направленности, новая программа магистратуры призвана

решать глобальную проблему – безопасность жизнедеятельности человека, безопасность его социального взаимодействия. Интересным является тот факт, что название программы «Психолого-педагогическая безопасность человека в социальном взаимодействии», ее миссия были определены в 2019 г., но актуальны они и в современных условиях.

Выпускники магистратуры по направлению «Психолого-педагогическое образование» будут готовы к выполнению ряда видов профессиональной деятельности: преподавательской, консультативной, научно-исследовательской, социально-педагогической, организационно-воспитательной. Должности, которые будут занимать выпускники магистратуры: социальный педагог; социальный работник; психолог; педагог-психолог; медиатор; психолог-консультант; организатор безопасной среды и др. Поэтому местами трудоустройства могут быть учреждения образования любого уровня (дошкольные организации, школы, колледжи, вузы); органы управления образованием; учреждения социальной направленности, социальные службы (центры социальной защиты и др.); организации по оказанию психологической помощи (консультанты, медиаторы), частные организации (кабинеты психолога); правоохранительные органы (инспекция по делам несовершеннолетних, полиция, специальные подразделения, воспитательные колонии и т.д.); предприятия, где работа сотрудников подразумевает наличие психологических, эмоциональных нагрузок. Исходя из высокого уровня подготовки магистр может занимать не только базовые должности, но и руководящие посты.

Отличительной чертой магистратуры является ее эксклюзивность на рынке образовательных услуг, сходными с ней являются лишь программы «Психологическая безопасность в образовании и социальном взаимодействии» (Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена), «Психология безопасности в образовании» (Московский городской психолого-педагогический университет) [5].

Прогнозирование, выработка стратегии обеспечения безопасности человека в социальном взаимодействии являются актуальнейшими проблемами, направленными на сохранение здоровья субъектов образовательного процесса, профилактику травматизма и обеспечение повышения производительности труда. Для этого в образовании необходимы специалисты с повышенным уровнем подготовки, который реализуется в процессе освоения магистерской программы, поскольку уровень подготовки бакалавров недостаточен для решения указанных проблем на современном этапе развития общества [6].

Основной целью открытия магистерской программы служит подготовка квалифицированных кадров для разработки и реализации инновационных проектов в сфере образования и безопасности. Кроме этого, можно выделить следующие цели магистерской программы:

- удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии в области формирования безопасного будущего;
- подготовка высококвалифицированных работников-магистров и повышение уровня их конкурентоспособности на рынке труда;
- подготовка высококвалифицированных специалистов для средних школ, лицеев и средних специальных учебных заведений, органов социальной защиты;
- развитие у студентов личностных качеств и формирование общекультурных (общенаучных, социально-личностных) и профессиональных компетенций по направлению подготовки в соответствии с потребностями рынка труда [7].

Большая часть предлагаемых курсов имеет эксклюзивный характер и разработана специально для данной магистерской программы. Каждый курс опирается на достижения современной ноксологии (науки прогнозирования наиболее вероятных опасностей) и педагогики (технологии формирования навыков безопасной жизнедеятельности), обеспечен необходимой литературой и другими источниками важной информации. Тематика проблем, рассматриваемых

в рамках дисциплин, входящих в магистерскую программу, может быть использована для проведения дальнейших исследований в области формирования навыков безопасной жизнедеятельности.

Для разработки и осуществления поставленной задачи была создана рабочая группа. Принципами реализации дорожной карты (для рабочей группы – техническим заданием) стали следующие.

1. Все дисциплины и практики должны вестись в дистанционной форме на платформе СДО Moodle АлтГПУ.

2. Обязательно проведение в ходе образовательного процесса лекций в формате вебинаров.

3. Обязательно выставление в СДО Moodle полного комплекта материалов дисциплин и практик.

4. Необходимо сопровождение обучения с фиксацией хода образовательного процесса и выставлением оценок в онлайн-журнале.

5. Защита ВКР проходит в очном формате или дистанционно (по желанию студентов – с их письменного заявления).

6. Первая (установочная) сессия проходит в очном формате.

7. Решение о формате последующих установочных сессии в начале учебного года принимает руководитель ОПОП.

Рабочая группа придерживалась четкого плана: разработка учебного плана, определение кадрового обеспечения ОПОП; согласование кадрового состава; разработка методического обеспечения (РПД, ФОСы, материалы к занятиям); обучение преподавателей дистанционным формам обучения (осуществлялось посредством курсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Отделом цифрового обучения ФБГОУ ВО «АлтГПУ»); утверждение ОПОП на Ученом совете АлтГПУ; представление полного пакета материалов для дистанционного обучения.

Принципы, этапы подготовки программы были реализованы раньше намеченного срока в связи с переходом вуза на дистанционное обучение. Таким образом, актуальность выбранной формы обучения подтвердилась не только в рамках подготовки программы магистратуры «Психолого-педагогическая безопасность человека в социальном взаимодействии», но и в стране, и в мире.

Магистратура является одним из этапов непрерывного образования и для выпускников бакалавриата – новой ступенью, раскрывающей перспективу дальнейшей научной работы, получения более глубо-

ких знаний. Через обучение в магистратуре возможна самореализация в науке, профессиональной деятельности. Необходимо отметить: если поступление в вуз не всегда является осознанным актом, то решение продолжить обучение в магистратуре – индивидуальный, продуманный, самостоятельный шаг, обучение в магистратуре не только решает общие задачи, но и удовлетворяет разные индивидуальные потребности обучающихся. Процессы, происходящие в мире и в системе высшего образования, потребовали изменения не только форм, но и содержания.

Выводы

1. Психолого-педагогическая безопасность человека в социальном взаимодействии занимает все более прочные позиции, что свидетельствует об острой потребности общества решать проблемы выживания населения, качественного улучшения здоровья людей.

2. Проблемы высшего образования в условиях системной трансформации современного общества требуют разработки и применения инновационных форм обучения и пересмотра содержания образовательных программ.

3. Необходимо дальнейшее исследование ценностных восприятий студентами программ обучения в магистратуре с точки зрения их взаимосвязи с новыми условиями жизни и социального взаимодействия.

Список литературы

1. Жарикова Л.И. Ценностное отношение будущих учителей к непрерывному педагогическому образованию: проблемы и перспективы: монография. Барнаул: БГПУ, 2008. 209 с.
2. Кузьминов Я. Образование и технологии. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/opinions/society/27/03/2020/5e7cd7799a79471ed230b774?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews (дата обращения: 15.05.2020).
3. Сигитова Л.И. Ценностные восприятия студентов при выборе программ обучения в магистратуре // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 6. С. 202–206.
4. Центр по работе с абитуриентами Алтайского государственного педагогического университета: официальный сайт. Барнаул. Обновляется в течение суток. [Электронный ресурс]. URL: <https://pricom.altspu.ru> (дата обращения: 19.05.2020).
5. Абрамова С.В. Теория и практика подготовки бакалавров образования в области безопасности жизнедеятельности: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. 200 с.
6. Марченко И.П. Стратегия и тактика в организации деятельности магистратуры // Инновации в образовании. 2013. № 8. С. 25–34.
7. Попова Р.И. Современные тенденции подготовки магистров образования в области безопасности жизнедеятельности // Педагогика высшей школы. 2015. № 3–1. С. 122–124.

УДК 378.147:37.02

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ПУТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА

Склярова О.Н.

*ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж,
e-mail: OXI_US@rambler.ru*

В работе приведено исследование пути дальнейшего формирования профессионально-личностных компетенций курсантов путем научно обоснованного планирования и организации их самостоятельной деятельности в условиях реформирования военного образования по пути его цифровизации. Предполагается, что в условиях инфокоммуникационной профессионально-образовательной среды военного вуза внедрение инновационных технологий обучения с опорой на развитие профессионально-личностного потенциала переменного состава путем проектирования вариативных индивидуальных образовательных траекторий может быть гарантирован требуемый уровень профессионально-личностных компетенций будущих военных специалистов. Учитывая отсутствие требований в Федеральных государственных образовательных стандартах по планированию и организации самостоятельной деятельности курсантов, актуальной является задача разработки методических рекомендаций по планированию и организации самостоятельной деятельности курсантов военных вузов при формировании профессионально-личностных компетенций в современных условиях. В основе исследований лежит опыт организации данного вида деятельности в военно-воздушной академии. Разработанные методические рекомендации по планированию и организации самостоятельной деятельности курсантов основаны на реализуемой инновационной исследовательской деятельности в инфокоммуникационной профессионально-образовательной среде военных вузов. Рекомендуемые виды заданий, формы, методы и этапы их выполнения, критерии оценки результатов самостоятельной деятельности курсантов и показатели сформированности профессионально-личностных компетенций учитывают индивидуальные особенности курсантов и специфику профессиональной подготовки в военном вузе, направленную на обеспечение положительной динамики развития мотивационных процессов.

Ключевые слова: самостоятельная деятельность курсанта, профессионально-личностный потенциал, методика формирования профессионально-личностных компетенций

INDEPENDENT ACTIVITY IS A WAY OF FORMING PROFESSIONAL AND PERSONAL COMPETENCIES OF MILITARY UNIVERSITY CADETS

Sklyarova O.N.

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh,
e-mail: OXI_US@rambler.ru*

The paper presents a study of the ways to further develop professional and personal competencies of cadets through scientifically based planning and organization of their independent activities in the conditions of reforming military education along the way of its digitalization. It is assumed that in the conditions of infocommunication professional and educational environment of a military University, the introduction of innovative training technologies based on the development of professional and personal potential of a variable composition by designing variable individual educational trajectories, can be guaranteed the required level of professional and personal competence of future military specialists. Given the absence of requirements in Federal State educational standards for planning and organizing independent activities of cadets, the task of developing methodological recommendations for planning and organizing independent activities of military University cadets in the formation of professional and personal competencies in modern conditions is urgent. The research is based on the experience of organizing this type of activity in the air force Academy. The developed methodological recommendations for planning and organizing independent activities of cadets are based on the implemented innovative research activities in the infocommunication professional and educational environment of military universities. The recommended types of tasks, forms, methods and stages of their implementation, criteria for evaluating the results of independent activity of cadets and indicators of formation of professional and personal competencies take into account the individual characteristics of cadets and the specifics of professional training in a military University, aimed at ensuring positive dynamics of the development of motivational processes.

Keywords: independent activity of the cadet, professional and personal potential, methods of formation of professional and personal competencies

Современное состояние сфер жизнедеятельности человека и государства требует подготовки высококвалифицированных кадров, обладающих определенной совокупностью профессиональных компетенций. В рамках компетентностной парадигмы образования в России в настоящее время Министерство обороны актуализирует задачу по развитию знаний, умений и навыков будущих военных специалистов до уровня

профессионально-личностных компетенций (ПФЛК), в основе которых лежит личностный потенциал курсантов военных вузов. Реформирование военного образования по пути его цифровизации требует глубокого переосмысления известных задач в условиях дальнейшего углубления информатизации общества [1, 2]. В подготовке профессиональных военных кадров важным остается понимание стратегии опе-

режающей профессионально-личностной подготовки курсантов военных вузов.

Цель работы – разработка методических рекомендаций по планированию и организации самостоятельной деятельности курсантов военных вузов при формировании профессионально-личностных компетенций.

Формирование и дальнейшее развитие ПФЛК будущих военных специалистов в условиях цифровизации предполагает решение следующих проблем в военном вузе: 1) формирование инфокоммуникационной профессионально-образовательной среды (ИФПОС) в качестве информационного базиса; 2) оснащение качественным программным обеспечением информационных систем открытого и закрытого типа для доступа как к внутренним, так и внешним образовательным ресурсам, включая и базы знаний гражданских образовательных учреждений; 3) создание инновационных баз знаний соответствующего образовательного профиля военно-профессиональной направленности; 4) разработка инновационных проектов учебных инструментов на базе адаптивных автоматизированных обучающих систем (АОС), электронных учебников и учебных пособий, онлайн-курсов – МООС (Massive Open Online Courses); 5) внедрение инновационных технологий обучения в организацию аудиторных занятий, самостоятельной работы (СР) и самостоятельной деятельности (СД) с опорой на развитие профессионально-личностного потенциала переменного состава (курсантов, слушателей, адъюнктов) путем проектирования вариативных индивидуальных образовательных траекторий, гарантирующих требуемый уровень ПФЛК; 6) обеспечение переменного состава вычислительными системами коллективного и персонального использования с выходом в образовательные среды.

Одна из особенностей Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, включая и варианты стандартов третьего поколения, состоит в том, что такой вид учебной работы как самостоятельная деятельность не прописан, а следовательно, методическая и организационная составляющие определяются творчеством ученых советов вузов. На наш взгляд, именно самостоятельная деятельность курсанта (СДК) обладает достаточной эффективностью и вносит существенный вклад в формирование ПФЛК. Ежегодные отзывы на выпускников военных вузов из войск показывают положительную динамику роста уровня качества подготовки военных специалистов. Однако уровень ПФЛК таких специалистов

по уровню умений и особенно навыков требует от военных вузов дальнейшей научной и методической проработки СДК с инновационных позиций.

Методика исследования СДК в условиях цифровизации военного образования базируется на анализе материала, получаемого в процессе *инновационной исследовательской деятельности* переменного состава. Данный подход позволяет акцентировать *личностный потенциал курсантов* при достижении значимых уровней ПФЛК. СДК такого плана позволяет реализовать следующие цели: 1) систематизацию, закрепление и углубление теоретических знаний, профессиональных практических умений и навыков, приобретенных в учебном процессе; 2) формирование умений планировать предстоящую/будущую деятельность с учетом личной мотивации, грамотного использования основной и дополнительной литературы, базы знаний по профилю профессиональной подготовки; развитие познавательных способностей, творческой активности и инициативы, личной ответственности и организованности; 3) формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию, самореализации, самоорганизации; 4) формирование совокупности механизмов саморегуляции, развития умений и навыков в рамках реализуемой инновационной исследовательской деятельности; 5) формирование самообразовательной компетентности и ПФЛК.

Опираясь на материалы опыта организации военно-научной работы (ВНР) переменного состава в военно-воздушной академии, планирование и организация СДК в военном вузе в методическом плане могут быть реализованы следующим образом. СДК является внеаудиторным видом занятия и должна осуществляться в рамках тематического планирования ВНР курсантов преподавательским составом кафедры. Личную СДК рекомендуется осуществлять в рамках индивидуального плана работы, разрабатываемого опосредованно преподавателем при мотивированном личном участии курсанта. На младших курсах обучения СДК реализуется при доминирующем руководстве преподавателя, а на старших курсах – при опосредованном руководстве преподавателя или без его непосредственного участия.

Преподаватель самостоятельно планирует индивидуальный объем внеаудиторной СДК, как в целом по выполнению индивидуального плана, так и по выполнению его отдельных заданий, исходя из объема времени, отведенного на внеаудиторную СР. *Календарное планирование* СДК в военном

вузе осуществляется с учетом *календарного плана ВНР. Кафедра́льный тематический план* СДК утверждается начальником (заведующим) кафедрой и принимается к исполнению преподавательским составом. *Тематический план* СДК под руководством преподавателя уточняет формы личной и совместной деятельности курсанта и преподавателя на учебный год, рубежи промежуточного и итогового контроля. *Индивидуальный план* СДК конкретизирует формы, методы и способы реализации выбранной научной тематики, а также виды и сроки отчетности в рамках учебного года. Обязательной формой отчетности курсанта является составление *портфолио* по итогам учебного года, на основе данных которого определяется личный рейтинг на кафедре и факультете. Рекомендуются определять итоговый рейтинг курсантов, занимающихся самостоятельной деятельностью и в масштабах вуза, что позволит целенаправленно оказывать влияние на личную мотивационную составляющую всего переменного состава.

Распределение объема времени на СДК не регламентируется расписанием учебных занятий. Поэтому при разработке тематического и индивидуального планов СДК преподавателем определяются: а) общий объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по выбранной тематике в рамках выбранной дисциплины (циклов дисциплин) как разница между максимальным объемом времени, отведенным на СР в целом, и объемом времени, рекомендуемого преподавателем на ее реализацию в рамках учебной дисциплины (циклов дисциплин); б) объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по учебной дисциплине в зависимости от инвариантного уровня освоения курсантом учебного материала; в) объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по циклам дисциплин с учетом требований к инвариантному уровню индивидуальной подготовки курсантов, сложности и объема изучаемого материала по дисциплинам, входящим в цикл.

Видами заданий для СДК могут быть: 1) *для овладения новыми/расширенными знаниями*: изучение учебника, первоисточника, дополнительной литературы (твердые и электронные копии); составление структурного плана изучаемого материала; конспектирование ключевых понятий текста; работа со словарями, справочниками, нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование компьютерной техники и электронных баз знаний ИФПОС вуза и др.; 2) *для закрепления и систематизации знаний*: расши-

ренная работа с первоисточниками; ответы на контрольные вопросы; формулирование проблемных вопросов, составление плана и тезисов ответов; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка тезисов и докладов на научном семинаре/конференции (очная и заочная формы докладов, стендовые доклады); подготовка рефератов по научной тематике для участия в различных научных конкурсах (внутривузовских, межвузовских, региональных и др.); 3) *для формирования умений и навыков*: решение вариантных заданий рационализаторского и изобретательского плана; выполнение расчетно-графических заданий; решение вариативных ситуационных профессиональных заданий; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; разработка инновационных курсовых и дипломных работ/проектов; экспериментально-конструкторская и опытно-экспериментальная деятельность; рефлексивный анализ профессиональных умений и навыков с использованием технических средств обучения и баз знаний ИФПОС вуза и др.

Выполнение видов СДК предполагает прохождение следующих этапов: формулировка целей самостоятельной деятельности; конкретизация познавательной самостоятельной деятельности в рамках выбранной тематики исследования; личная самооценка готовности к самостоятельной деятельности; выбор и конкретизация форм, методов и способов реализации выбранной научной тематики вариативного действия, направленных на достижение поставленной цели путем решения научной или практической задачи; планирование самостоятельной деятельности при выполнении индивидуального задания по видам и срокам отчетности в рамках учебного года: на младших курсах под руководством преподавателя, на старших курсах – самостоятельно при опосредованном содействии руководителя; реализация самоуправления в ходе самостоятельной деятельности: самоконтроль результатов выполнения индивидуального плана на рубежах промежуточного и итогового контроля в рамках учебного года, его корректировка на основе результатов самоконтроля; составление портфолио по итогам самостоятельной деятельности в учебном году.

При выдаче заданий на СДК рекомендуется использовать дифференцированный подход, учитывающий профессионально-личностные характеристики исполнителя. Перед выполнением курсантом внеаудиторной СД на младших курсах преподаватель

проводит инструктаж по выполнению индивидуального задания, который включает: цель задания и его содержание; возможные формы, методы и способы реализации выбранной научной тематики; сроки выполнения и ориентировочный объем работы; требования к результатам работы и выдвигаемые критерии, а также виды и рубежи промежуточного и итогового контроля в рамках учебного года. На старших курсах СДК планируется и реализуется с позиций партнерства преподавателя и курсанта. СД может осуществляться индивидуально или малыми группами курсантов в зависимости от поставленной цели, объема, тематики индивидуального задания, уровня его сложности, а также уровня знаний, умений и навыков исполнителей.

Контроль результатов СДК может осуществляться в пределах времени, отведенного на самостоятельную деятельность по данной тематике, и реализовываться в зависимости от личной успешности в письменной, устной или смешанной форме в виде реферата, доклада, научной статьи, рабочих материалов исследовательского характера, а также с представлением макета разрабатываемого изделия, действующего стенда или продукта творческой деятельности курсанта в виде программ для ЭВМ.

В качестве форм и методов контроля СДК могут быть использованы заслушивания на заседаниях военно-научных кружков, семинарских занятиях по индивидуальной и коллективной инновационной тематике, защита творческих работ, оформление рационализаторских предложений и свидетельств на программные продукты для ЭВМ и др.

В качестве критериев оценки результатов СДК следует использовать: уровень и качество освоения теоретического учебного и научного материала; умения и навыки использования теоретических знаний при решении практических/профессиональных задач; краткость, четкость и обоснованность излагаемых ответов и принимаемых решений; умение грамотно и обоснованно доводить научно-практический материал до своих товарищей при реализации различных форм самостоятельной деятельности, формируя и развивая командные навыки; умения и навыки оформления отчетных материалов и представления продукта творческой самостоятельной деятельности в соответствии с требованиями руководящих документов; сформированность общих и профессиональных компетенций продуктивной активности личности на всех этапах обучения.

Показатели сформированности самоконтроля и самооценки в период СДК

в ИФПОС целесообразно осуществлять по следующим достигнутым умениям: умение планировать предстоящую/будущую работу; умение адаптировать планы при изменении обстоятельств; умение применять различные формы контроля для достижения объективности результатов; умение инновационно использовать различные виды изображений; умение самостоятельно составлять вариативные системы контрольных заданий.

Положительную динамику мотивационного процесса развития ПФЛК в процессе СДК рекомендуется представлять пятью уровнями, соответствующими следующим типам СД [3]: рефлексивному воспроизведению учебной и научной информации; самостоятельной деятельности по эталонам/образцам; реконструктивно-самостоятельной деятельности; эвристической самостоятельной деятельности; творческой (исследовательской) самостоятельной деятельности. Уровни дифференцированы путем соотношения воспроизводящих и творческих процессов в СДК. Для этого применим максимальный набор различных инвариантных форм в тематическом индивидуальном задании на самостоятельную деятельность.

Виды заданий для СДК должны учитывать их индивидуальные особенности, отражать специфику профессиональной подготовки курсантов и реализуемые ПФЛК. Поэтому их содержание и степень сложности могут носить как вариантный, так и дифференцированный характер. Для выпускников военных вузов рекомендуются следующие виды формируемых значимых компетенций: *ценностно-смысловые, учебно-познавательные, информационные и коммуникативные* [4, 5]. В рамках исследования рассматривается *научно-исследовательская* составляющая ценностно-смысловой компетенции. Апробированные результаты систематизированы для СДК военных вузов и представлены в таблице.

Разработанный методический подход делает процесс профессионально-личностного развития курсанта в профессиональном плане будущего военного специалиста максимально мотивированным и творческим, что отражает итоговый результат – формирование значимых ПФЛК. Отзывы из войск на выпускников академии, представляемые по указанию МО России как наиболее объективный показатель качества подготовки кадров, за последние два года показали общий рост ПФЛК офицеров в процессе их становления в среднем на 5–7%, что является значимым при освоении новых образцов вооружения и военной техники в войсках.

Виды самостоятельной деятельности курсантов, определяющие реализуемые профессионально-личностные компетенции

№	Компетенции	Виды самостоятельной деятельности курсантов
1	Научно-исследовательские	Участие: – в грантах и конкурсах на лучшие научные работы, выполненные в вузе (МО РФ, СНГ, УМНИК и др.); – в научно-практических конференциях (международных, всероссийских, региональных, межвузовских, внутривузовских); – в выставках и салонах различного ранга; – в проектах кафедрального, факультетского и вузовского уровня; – в выполнении плановых научно-исследовательских работ академии. Умение: – ориентироваться и адекватно выбирать целевые и смысловые личностные установки [4]; – осуществлять оценку и самооценку достигнутых результатов и принятых решений для мотивации к самостоятельной деятельности; – разрабатывать портфолио
2	Учебно-познавательные	Участие: – в разработке курсовых работ и проектов по учебному плану; – в разработке выпускных квалификационных работ; – в проведении научных экспериментов по тематике СДК; – в изготовлении технических объектов (макетов, стендов, рабочих мест) в рамках изобретательно-рационализаторской работы вуза; – в подготовке научных тезисов, докладов, статей; – в подготовке аннотаций и рецензий на научные индивидуальные и коллективные труды выполненных проектных работ; – в написании рабочих материалов в отчетов по плановым НИР; – в выполнении заданий исследовательского характера в период стажировок и практик; Умение: – дифференцировать научную информацию по степени важности, выделять главное, формулировать цели; – строить личную программу исследований и проектных разработок в пространстве современных научных проблем; – создавать активную позицию в рамках ИФПОС военного вуза
3	Информационные	Участие: – в систематизации научных материалов по тематике СДК по результатам поиска в сети Интернет, электронных библиотеках родственных вузов; – в разработке электронных материалов работы военно-научной секции кафедры; – в моделировании физических, социальных, познавательных процессов и боевых действий; – в разработке программных продуктов по итогам научной работы; – в создании электронных библиотек, ТСО и контроля по научной тематике СДК (создание презентаций, буклетов, мультимедийных и электронных учебных пособий, учебников, электронных тестов). Умение: – повышать эффективность ИКТ-технологии в рамках СДК.
4	Коммуникативные	Участие: – в работе военно-научных кружков кафедры с выступлениями в виде сообщений, докладов; – в работе конференций различного ранга с выступлениями в виде сообщений, стендовых докладов и докладов; – в дискуссии при обсуждении вопросов, выносимых на научные семинары военно-научных кружков кафедры; – в дискуссии при обсуждении вопросов, рассматриваемых на круглых столах при обсуждении итогов научных секций конференций различного ранга и отдельных самостоятельных научных проблем; – в разработке стратегии научной составляющей СДК в рамках военно-научного кружка кафедры, а также реализации взаимного контроля СД членов коллектива. Умение: – разрабатывать эссе по итогам научной СДК; – защищать исследовательские работы; – активно участвовать в ролевых и деловых играх

Выводы

1. Эффективный дальнейший рост ПФЛК выпускников военных вузов в условиях цифровизации образования возможен за счет развития самостоятельной деятельности курсантов с опорой на их профессионально-личностный потенциал путем ее правильного планирования и организации с инновационных позиций современности.

2. Разработанные методические рекомендации по планированию и организации самостоятельной деятельности курсантов основаны на реализуемой инновационной исследовательской деятельности в инфокоммуникационной профессионально-образовательной среде военных вузов.

3. Рекомендуемые виды заданий, формы, методы и этапы их выполнения, критерии оценки результатов самостоятельной деятельности курсантов и показатели сформированности профессионально-личностных компетенций учитывают индивиду-

альные особенности курсантов и отражают специфику профессиональной подготовки военного вуза, направленную на обеспечение положительной динамики развития мотивационных процессов.

Список литературы

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 15 сентября 2014 г. № 670 г. Москва «О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»». [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70791866> (дата обращения: 27.05.2020).
2. Гурьянчик В.Н. Педагогические приемы активизации познавательной деятельности обучающихся // Теория и практика современной науки. 2016. № 8 (14). С. 397–403.
3. Пидкасистый П.И. Педагогика: учебное пособие для бакалавров. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд. Юрайт, 2015. 511 с.
4. Хуторской А.В. Дидактика: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2017. 720 с.
5. Бережнова Е.В., Краевский В.В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов: учебн. пособие для студ. учрежд. сред. проф. образования. 9-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 128 с.

УДК 378.147

АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СЛУШАТЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МЧС РОССИИ

¹Стельмах А.А., ¹Симоненко А.С., ²Бекк А.А.¹ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России,
Железнодорожск, e-mail: stelmakh.a@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Сибирский юридический институт» МВД России, Красноярск, e-mail: bekk.a.a@mail.ru

В настоящее время в системе профессиональной подготовки пожарных актуализируется проблема формирования у слушателей образовательных организаций МЧС России направленности на гуманистические ценности. Развитие и совершенствование профессиональной подготовки личного состава подразделений пожарной охраны, профессиональный стандарт «Пожарный» в качестве одной из ведущих задач выделяют подготовку сотрудника, руководящегося ценностями профессиональной деятельности. В статье дан подробный анализ взглядов современных ученых на проблему формирования ценностного отношения слушателей образовательных организаций МЧС России к профессиональной деятельности. В качестве организационно-педагогических условий формирования ценностного отношения у слушателей образовательных организаций МЧС России к профессиональной деятельности в процессе профессиональной подготовки выступают: ориентирование слушателей на ценности профессиональной деятельности; организация рефлексивно-деловых игр с целью принятия слушателями ценностей своей профессиональной деятельности; организация занятий в учебно-тренировочном моделирующем комплексе с целью проявления слушателями ценностного отношения к профессиональной деятельности. Разработанная структура ценностного отношения слушателей к профессиональной деятельности включает мотивационный, когнитивный, коммуникативный, технологический и рефлексивный компоненты. Проведенная экспериментальная работа подтвердила необходимость в целенаправленной работе по формированию ценностного отношения к профессиональной деятельности у слушателей образовательных организаций МЧС России посредством реализации организационно-педагогических условий.

Ключевые слова: ценностное отношение, профессиональная деятельность, слушатели образовательных организаций МЧС России, подготовка пожарных, сотрудники МЧС России

ASPECTS OF THE PROBLEM OF FORMATION OF VALUE ATTITUDE TO PROFESSIONAL ACTIVITY OF STUDENTS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

¹Stelmakh A.A., ¹Simonenko A.S., ²Bekk A.A.¹Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia,
Zheleznogorsk, e-mail: stelmakh.a@yandex.ru;²Siberian Law Institute of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation,
Krasnoyarsk, e-mail: bekk.a.a@mail.ru

At the moment, the system of professional training of firefighters actualizes the problem of forming the students of educational organizations of the Ministry of emergency situations of Russia focus on humanistic values. Development and improvement of professional training of personnel of fire protection units, the professional standard «Fireman» as one of the leading tasks distinguish the training of an employee who is guided by the values of professional activity. The article provides a detailed analysis of the views of modern scientists on the problem of forming the value attitude of students of educational organizations of the Ministry of emergency situations of Russia to professional activity. As the organizational-pedagogical conditions of formation of value attitude of students of educational institutions of EMERCOM of Russia for professional work in the training are: orientation of students to the values of professional activity; organization of reflexive business game with the purpose of making the audience values their professional activities; organization of classes in the educational and training modeling complex for the purpose of showing students a value attitude to professional activity. The developed structure of students' value attitude to professional activity includes: motivational, cognitive, communicative, technological and reflexive components. The conducted experimental work confirmed the need for purposeful work on the formation of a value attitude to professional activity among students of educational organizations of the Ministry of emergency situations of Russia by means of implementing organizational and pedagogical conditions.

Keywords: value attitude, professional activity, students of educational organizations of the EMERCOM of Russia, training of firefighters, employees of the EMERCOM of Russia

Несмотря на развитие и совершенствование средств и способов предупреждения и тушения пожаров, на сегодняшний день количество пожаров, в том числе с гибелью людей, остается на высоком уровне, в связи с этим профессия пожарного будет востре-

бована во все времена. Каким бы сложным ни был пожар, в каких бы условиях ни действовал пожарный, он всегда выражает свое отношение к своей профессиональной деятельности. Такое отношение всегда ценностно ориентировано.

В системе профессиональной подготовки пожарных актуализируется проблема формирования у слушателей образовательных организаций МЧС России направленности на гуманистические ценности.

Развитие и совершенствование профессиональной подготовки личного состава подразделений пожарной охраны, профессиональный стандарт «Пожарный» направлены на становление сотрудника, руководящегося ценностями профессиональной деятельности. Подготовка пожарного с учетом данного аспекта возможна при осуществлении образовательного процесса с позиции аксиологического подхода.

Перейдем к анализу термина *«ценностное отношение к профессиональной деятельности»*.

В.Г. Алексеева [1] считает, что ценностное отношение со временем трансформируется в деятельность и регулируется социальными способами посредством социальных правил и норм, которые в свою очередь могут быть как внутренними (персональными), так и внешними – заданными обществом. Таким образом, деятельность пожарного предполагает не только его внутреннюю направленность на выполнение профессиональной деятельности, но и усвоение внешних ценностей, заданных профессиональной средой МЧС России. Только совокупность внешних и внутренних ценностных основ позволит ему включить ценности профессиональной деятельности в свой внутренний ценностный мир.

Исходя из позиций Г.И. Чижакова и А.Л. Позднякова [2], ценностное отношение к профессиональной деятельности имеет сложный, многоуровневый характер, оно складывается в процессе реальных социальных отношений и переживается как ценностям, нормы, цели и идеалы, посредством духовно-эмоционального отношения к профессиональной сфере. Ценностное отношение влияет на жизненные установки специалиста, становится основным ориентиром поведения, мотивом общения и взаимодействия.

Ценностное отношение выступает смысловым полем системы ценностей, является смыслом духовно-практической деятельности, определяет своеобразие будущего специалиста и его становление [3].

По нашему мнению, весь процесс профессиональной подготовки слушателя образовательных организаций МЧС России можно представить как процесс формирования у него ценностного отношения к деятельности пожарного и к себе как носителю данных ценностей [4].

По мнению М.С. Тарасикова [5], профессиональные ценности «выступают в качестве многомерной полифункциональной способности сотрудника соответствовать его профессиональным функциональным обязанностям на личностном и должностном уровне, учитывать и обеспечивать при этом потребности и интересы других субъектов профессиональной деятельности» [6, с. 158].

Е.П. Коноваленко [6], рассматривая проблему воспитания ценностного отношения курсантов образовательных учреждений МЧС России к будущей профессии в процессе учебной практики, считает, что ключевой инновацией данной подготовки выступает ориентация на формирование и развитие творческой личности, понимание ценности избранной профессии. По мнению автора, подготовка помимо традиционных форм обучения должна включать моделирование реальных жизненных ситуаций [7].

Воспитание ценностного отношения к профессиональной деятельности соответствует концепции гуманизации профессионального образования и, в частности, образовательных учреждений МЧС России [6].

По мнению А.Г. Переверзева [8], процесс формирования ценностного отношения к профессиональной деятельности во многом зависит от: 1) индивидуально-психологических качеств личности обучающихся; 2) усвоенных знаний и умений, связанных с профессией; 3) направленности личности и ее психического состояния. По мнению автора, процесс формирования ценностного отношения к профессиональной деятельности должен строиться на принципах сознательности, адекватности, реальности, единства теоретического и практического обучения и обязательной рефлексии.

Ценностное отношение к профессиональной деятельности детерминирует формирование профессионального самосознания, развитие профессионально важных личностных качеств и способностей и в конечном итоге определяет успешность и результативность профессиональной деятельности сотрудников пожарно-спасательных подразделений [9].

В контексте специфики рассматриваемой проблемы, ценности воздействуют на общие жизненные установки будущего специалиста, задавая траекторию его поведения, мотивационный статус социальных навыков – общения, взаимодействия. В итоге система ценностных отношений становится смысловым полем практической деятельности субъекта – будущего специалиста, развивается сообразно про-

фессиональной специфике, исходя из профессионально-специфического профиля ценностей [10].

Цель исследования: формирование у слушателей образовательных организаций МЧС России ценностного отношения к профессиональной деятельности посредством реализации разработанных организационно-педагогических условий в процессе профессионального обучения сотрудников пожарно-спасательных подразделений, независимо от видов пожарной охраны. Основными задачами исследования были обозначены: реализация разработанных нами организационно-педагогических условий и проверка их результативности опытно-экспериментальным путём.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования нами использованы следующие методы исследования: теоретические – изучение и анализ теоретических источников по проблеме исследования, обобщение и систематизация полученных данных; эмпирические – эксперимент, наблюдение и опрос.

Исследование было проведено на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России). В ней приняли участие 120 человек, среди которых 60 слушателей контрольной и 60 слушателей экспериментальной учебных групп. Все слушатели проходили обучение по программе профессиональной подготовки по профессии 16781 «Пожарный».

Методологическую основу исследования составляют аксиологический и личностно-деятельностный подходы.

Для определения сформированности ценностного отношения в исследовании применялись различные методы диагностики.

Отправным в выборе методов диагностики было понимание того, что при изучении ценностного отношения к профессиональной деятельности у слушателей образовательных организаций МЧС России необходимо соотносить его с жизненными ценностями и целями будущего пожарного, с профилем субъекта и ее ориентацией в профессиональной деятельности.

Нами установлено, что необходимыми условиями формирования ценностного от-

ношения у слушателей образовательных организаций МЧС России к профессиональной деятельности являются организационно-педагогические условия, осуществляемые в процессе профессиональной подготовки, а именно:

- ориентирование слушателей на ценности профессиональной деятельности, способствующее осознанию значимости ценностей профессии для дальнейшего профессионального становления и развития;
- организация рефлексивно-деловых игр с целью принятия слушателями ценностей своей профессиональной деятельности;
- организация занятий в учебно-тренировочном моделирующем комплексе с целью проявления слушателями ценностного отношения к профессиональной деятельности;

Реализованные в единстве и взаимосвязи, они способствуют формированию у слушателей образовательных организаций МЧС России к профессиональной деятельности.

Нами уточнена структура ценностного отношения слушателей образовательных организаций МЧС России к профессиональной деятельности, которая включает следующие компоненты:

- мотивационный – внутреннее побуждение к осуществлению профессиональной деятельности как лично значимой ценности;
- когнитивный – знание о ценностях профессиональной деятельности;
- коммуникативный – включает умения сотрудничать с другими субъектами профессиональной деятельности;
- технологический – наличие умений в области использования ценностно-ориентированных технологий;
- рефлексивный – подразумевает умения сопоставлять освоенные профессиональные ценности с актуальной системой ценностей и преобразовывать имеющееся отношение к профессиональной деятельности в ценностное.

Результаты исследования и их обсуждение

Перейдем к анализу результатов, полученных в ходе эмпирического исследования.

Результаты сравнения диагностических данных, полученных по методике Г. Резапкиной

В экспериментальной группе наиболее выраженное ценностное отношение было установлено по отношению к материальной обеспеченности – у 91,6% (55 человек), славе – у 80% (48 человек), семье – у 68,3% (41 человек), карьере и отдыху – у 65%

(39 человек), здоровью – у 63,3 % (38 человек). Минимальное значение испытываемыми придается ценности служения – ее выбрали только 20 % (12 человек).

В контрольной группе результаты схожи по отношению к ценности материальной обеспеченности – она была установлена у 96,6 % (58 человек). Также было установлено, что испытываемым в контрольной группе важны ценности здоровья – у 70 % (42 человека), ценность славы выявлена у 68,3 % (41 человек). Наименьшее значение придавалось такой ценности, как служение, – она была выявлена только у 36,6 % (22 человека).

*Результаты сравнения
диагностических данных, полученных
по методике Ричи – Мартина*

В экспериментальной группе наиболее выраженное ценностное отношение было установлено по отношению к потребности в социальных контактах – у 91,6 % (55 человек), славе – у 80 % (48 человек), потребности формировать и поддерживать долгосрочные стабильные взаимоотношения – у 68,3 % (41 человек), потребности в четком структурировании работы – у 66,6 % (40 человек), потребности в хороших условиях работы – у 65 % (39 человек), потребности ставить для себя дерзновенные сложные цели и достигать их – у 61,6 % (37 человек). Минимальное значение испытываемыми придается потребности быть креативным – ее выбрали только 30 % (18 человек).

В контрольной группе результаты несколько отличаются – у 80 % испытываемых выявлена потребность в социальных контактах (48 человек), у 76,6 % (46 человек) – обнаружена потребность в четком структурировании работы. Также у 73,3 % (44 человека) установлена потребность ставить для себя дерзновенные сложные цели и достигать их. У 71,6 % (43 человека) выявлена потребность формировать и поддерживать долгосрочные стабильные взаимоотношения, у 70 % (42 человека) выявлена потребность в завоевании признания со стороны других людей. Также у 68,3 % (41 человек) есть потребность в разнообразии, переменах и стимуляции. Менее всего (у 41,6 % (25 человек)) выражена потребность в ощущении востребованности и в интересной работе.

*Результаты сравнения
диагностических данных, полученных
по методике С.С. Бубнова*

В экспериментальной группе наиболее выраженное ценностное отношение было установлено по отношению к здо-

ровью – у 86,6 % (52 человек), приятному времяпрепровождению, отдыху – у 78,3 % (47 человек). Также важным является высокий социальный статус и управление людьми для 76,6 % (43 человека), социальная активность для достижения позитивных изменений в обществе – у 73,3 % (44 человека), ценность познания нового в мире, природе, человеке – у 71,6 % (43 человек), потребность ставить для себя дерзновенные сложные цели и достигать их – у 61,6 % (37 человек). Для 70 % (42 человека) важна ценность любви, для 65 % (39 человек) значима ценность общения. Минимальное значение испытываемыми придается признанию и уважению людей, и влиянию на окружающих, что было выявлено только у 48,3 % (29 человек).

В контрольной группе результаты отличаются следующими особенностями. У 86,6 % испытываемых выявлена ценность высокого социального статуса и управления людьми (52 человека), у 81,6 % (49 человек) важна ценность здоровья, для 76,6 % (46 человек) значима ценность общения, для 73,3 % (44 человека) значима ценность высокого материального благосостояния, для 70 % (42 человека) значима ценность приятного времяпрепровождения, отдыха. Такая ценность, как помощь и милосердие к другим людям, актуальна у 66,6 % (40 человек), ценность любви значима для 58,3 % (35 человек). Было также выявлено, что менее всего выражена ценность познания нового в мире, природе, человеке – у 45 % (27 человек), а также ценность поиска и наслаждения прекрасным – у 41,6 % (25 человек).

*Результаты сравнения
диагностических данных, полученных
по методике Ш. Шварца*

В экспериментальной группе наиболее выраженное ценностное отношение было установлено по отношению к безопасности – у 68,3 % (41 человек), универсализму – у 66,6 % (40 человек).

Также важным является ценность самостоятельности у 65 % (39 человек) и ценность доброты у 63,3 % (38 человек). Ценность достижений установлена у 56,6 % (34 человека), ценность стимуляции важна для 51,6 % (31 человек). Минимальное значение испытываемыми придается ценностям традиции и гедонизма – у 46,6 % (28 человек), для 40 % (24 человека) значима конформность, и только для 36,6 % (22 человека) значима ценность власти.

В контрольной группе результаты отличаются следующими особенностями. У 80 % (48 человек) наиболее важными

ценностями выступают универсализм и самостоятельность, у 76,6% (46 человек) значимыми являются ценности стимуляции и безопасности.

Также было выявлено, что для 73,3% (44 человека) важны ценности доброты. Для меньшего количества – 66,6% (40 человек) – значимыми являются ценности достижений, для 61,6% (37 человек) значимы ценности традиций.

Для 51,6% (31 человек) значение имеют ценности власти и гедонизма, и для 50% (30 человек) важна ценность конформности.

По результатам экспериментальной работы были выявлены следующие результаты. Наиболее значимым для испытуемых в экспериментальной группе было ценностное отношение к таким связанным с профессионализмом ценностным показателям, как материальная обеспеченность, слава, потребность в социальных контактах, здоровье, отдых, высокий социальный статус, социальная активность для достижения позитивных изменений в обществе, ценность познания нового в мире, природе, человеке. Минимальное значение испытуемыми придается ценностям служения, креативности.

Для испытуемых контрольной группы наиболее значимыми были ценности материальной обеспеченности, здоровья, славы, потребность в социальных контактах, в четком структурировании работы, постановке и достижении для себя сложных целей, ценность высокого социального статуса и управления людьми, ценность здоровья и общения, высокого материального благосостояния, отдыха. Наименьшее значение придавалось такой ценности, как служение, ощущение востребованности и потребность в интересной работе. Полученные в ходе экспериментальной работы результаты выявили необходимость в целенаправленной работе по формированию ценностного отношения к профессиональной деятельности у слушателей образовательных организаций МЧС России.

Заключение

Проанализировав научно-исследовательскую литературу, мы пришли к выводу, что ценностное отношение к профессиональной деятельности во многом обеспечивает эффективность будущей профессиональной деятельности сотрудников МЧС России, за счет принятия профессиональных ценностей и включения их в собственный ценностный мир.

Полученные в ходе экспериментальной работы результаты выявили необходимость в целенаправленной работе по формированию ценностного отношения к профессио-

нальной деятельности у слушателей образовательных организаций МЧС России, так как испытуемые в большей степени ориентированы на материальные ценности в их различных проявлениях, потребности в социальных контактах, здоровье, отдыхе, при этом ценности служения и востребованности в профессиональной деятельности относятся у них на второй план.

Реализация разработанных организационно-педагогических условий при осуществлении профессиональной подготовки по профессии «Пожарный» позволила сформировать ценностное отношение к профессиональной деятельности у обучающихся, что подтверждается данными контрольного среза. В итоге можем свидетельствовать о достижении поставленной цели и решении задач исследования.

Список литературы

1. Алексеева В.Г. Ценностные ориентации как фактор жизнедеятельности и развития субъекта // Психологический журнал. 1984. № 5. С. 63–70.
2. Чижикова Г.И., Позднякова А.Л. Аксиологический подход к формированию ценностного отношения будущего специалиста экономической сферы в профессиональной деятельности // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2010. № 3. С. 93–99.
3. Деккерт Д.В. Особенности формирования профессиональной культуры сотрудников ГПС МЧС России // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2012. № 4. С. 48–55.
4. Раскачкина Е.В., Варникова О.В. Формирование эмоционально-ценностного компонента профессиональных ценностей у студентов технического вуза в процессе иноязычной подготовки // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2015. № 4 (36). С. 235–246.
5. Тарасиков М.С. Характеристика основных понятий профессионально-ценностного отношения к функциональной деятельности сотрудника уголовно-исполнительской системы // Прикладная юридическая психология. 2011. № 3. С. 155–162.
6. Коноваленко Е.П. Особенности воспитания ценностного отношения курсантов образовательных учреждений МЧС России к будущей профессии в процессе учебной практики // Научные проблемы гуманитарных исследований. 2011. № 10. С. 137–142.
7. Савченков А.В. Экстремальная педагогика как фактор формирования эмоциональной устойчивости педагога // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2018. № 5. С. 22–40.
8. Переверзев А.Г. Военно-профессиональная деятельность как воспитательное пространство формирования ценностного отношения курсантов к безопасности профессиональной деятельности // В сборнике: Интеграция науки и практики в современных условиях. 2016. С. 46–50.
9. Баранов А.А., Свидзинский Г.Б., Шифф В.К. Формирование образа профессии у будущих офицеров государственной противопожарной службы МЧС России // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2019. № 668. С. 355–364.
10. Стельмах А.А. Престиж профессии как один из элементов, формирующих систему координат ценностного отношения к профессии // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60–3. С. 310–313.

УДК 377

ВОПРОСЫ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ

Тазов П.Ю.

Государственный университет управления, Москва, e-mail: vetr@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы цифрового обучения и методы повышения эффективности обучения в контексте социально-психологических и социокультурных характеристик обучающихся – представителей «цифрового поколения». Социокультурные процессы современности, повлиявшие на формирование ценностей и установок «цифрового поколения» – представителей поколения Z, обусловили формирование таких социокультурных и психологических характеристик, как прагматизм, эгоцентризм, индивидуализм и др. Эти ценностные и психологические направленности поколения Z должны учитываться в цифровой дидактике для поиска эффективных методов преодоления барьеров и трудностей, возникающих в процессе цифрового обучения. Кроме социокультурных и психологических особенностей обучающихся, которые могут влиять на формирование барьеров в обучении, необходимо отметить следующие вопросы цифрового обучения: «выпадение» воспитательной функции образования, отсутствие диалога с преподавателями и одноклассниками (кроме конференц-чатов), снижение внимания в силу отсутствия визуальной связи с преподавателем и др. В статье анализируются препятствия, мешающие эффективному цифровому обучению, а также методы, позволяющие повысить эффективность цифрового обучения. На основе анализа психологических и ценностных характеристик обучающихся мы считаем эффективным использование геймификации, моделей поискового обучения, имитационного моделирования. Актуальность статьи заключается в том, что в статье рассматриваются вопросы и проблемы цифрового обучения, а также методы повышения эффективности обучения в условиях цифровой среды с учетом социокультурных и социально-психологических особенностей поколения Z.

Ключевые слова: онлайн-образование, цифровая дидактика, цифровое обучение, цифровое поколение, эффективность цифрового обучения, повышение эффективности цифрового обучения

DIGITAL LEARNING ISSUES AND METHODS FOR INCREASING THE DIGITAL GENERATION LEARNING EFFICIENCY IN DIGITAL ENVIRONMENT

Tazov P.Yu.

State University of Management, Moscow, e-mail: vetr@yandex.ru

The article discusses the issues of digital learning and methods of increasing the effectiveness of learning in the context of the socio-psychological and sociocultural characteristics of students – representatives of the «digital generation». The sociocultural processes of our time, which influenced the formation of the values and attitudes of the «digital generation» – representatives of the Z generation, led to the formation of such sociocultural and psychological characteristics as pragmatism, egocentrism, individualism, etc. These value and psychological orientations of the Z generation should be taken into account in digital didactics for search effective methods to overcome barriers and difficulties encountered in the process of digital learning. In addition to the socio-cultural and psychological characteristics of students who may influence the formation of barriers to learning, the following issues of digital learning should be noted: the «loss» of the educational function of education, the lack of dialogue with teachers and classmates (except for conference chats), decreased attention due to the lack of visual communication with a teacher and others. The article analyzes the barriers to effective digital learning, as well as methods to improve the effectiveness of digital learning. Based on the analysis of the psychological and value characteristics of students, we consider it effective to use gamification, search training models, and simulation modeling. The relevance of the article lies in the fact that the article discusses the issues and problems of digital learning, as well as methods to increase the effectiveness of learning in a digital environment, taking into account the sociocultural and socio-psychological characteristics of generation Z.

Keywords: online education, digital didactics, digital learning, digital generation, the effectiveness of digital learning, improving the effectiveness of digital learning

Цель исследования: провести теоретический анализ проблем и перспектив цифрового обучения представителей цифрового поколения (прежде всего современных студентов – поколения Z), а также на основе социокультурных и социально-психологических особенностей поколения Z сформулировать способы, направленные на повышение эффективности обучения в условиях цифровой среды. Проблемы с эффективностью цифрового обучения возникают, с одной стороны, из социокультурных особен-

ностей поколения Z, которые выступают предпосылками возникновения барьеров в цифровом обучении, с другой – из особенностей самой цифровой среды.

В научной психолого-педагогической литературе достаточно широко освещаются вопросы использования цифровых технологий в образовании, создания цифровой образовательной среды, особенностей и проблем цифрового обучения. Так, вопросы, связанные с цифровой трансформацией образования и цифровым обучением, под-

нимали Л.М. Андрюхина, И.В. Дворецкая, И.М. Заславский, А.М. Карлов, Т.А. Ломовцева, И.А. Кондаков, Н.В. Мерцалова, Н.О. Садовникова, П.А. Сергоманов, В.П. Тихомиров, А.Ю. Уваров, И.Д. Фрумин и др.

Аспекты, связанные с «проблемными участками» в области цифрового образования, затрагивали Е.М. Дорожкин, Е.Н. Кошкина, Е.Р. Орлова, М.Д. Щербин. Над проблемой трансформации роли преподавателя в цифровом обучении работали А.А. Андреев, А.А. Вербицкий и др. Часто трудности и особенности цифрового обучения рассматривались учеными в различных программных средах, например в системе MOODLE (Е.Н. Дронова).

Вопросами, связанными с поколением Z и его психологическими особенностями, которые влияют и на обучение, занимались Н.С. Бастракова, С.В. Буцык, И.Б. Выпрядкина Е.Е. Дурнева, Н.Я. Головецкий, Д.Е. Немков, В.Д. Нечаев, М.С. Праслов и др.

М.В. Воробьева поставила вопрос о возможности использования мировоззренческих особенностей поколения Z в обучении: «в учебном процессе стоит использовать контент, близкий мировоззрению представителей поколения Z. Например, сами студенты при опросах отмечали, что их поколение отличается равнодушием к защите окружающей среды, проблемам экологии, волонтерству» [1]. Однако конкретного решения поставленного вопроса предложено не было.

Таким образом, в научной литературе, несмотря на большой объем работ по цифровизации образования, крайне мало уделено внимания вопросам повышения эффективности обучения в условиях цифровой среды с опорой на социокультурные (социальные установки, ценностные ориентации) и социально-психологические (мотивы, потребности, направленности психики и сознания) особенности студентов (поколения Z), которые могут быть использованы для выбора оптимальных педагогических методов обучения.

Одними из немногих исследователей, сформулировавших данную проблему, являются авторы «цифровой дидактики» В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев. Они предлагают ряд методов, повышающих эффективность цифрового обучения с учетом особенностей цифрового обучения. Однако мы считаем эти методы недостаточными для решения проблемы повышения эффективности цифрового обучения. Одна из ключевых проблем обучения в условиях цифровой среды – снижение мотивации обучающихся за счет дистанци-

онного формата, отсутствия включенности в групповую работу, деформации диалога с преподавателем, формирования односторонней связи и пр.

В педагогической литературе поднимаются вопросы повышения эффективности обучения, например, за счет использования смешанного (совмещение онлайн и традиционного) обучения, тем не менее это не связывается с решением проблем в цифровом обучении, с особенностями цифрового поколения. В нашей статье мы рассмотрим проблему повышения эффективности обучения в условиях цифровой среды с учетом проблем цифрового образования и особенностей цифрового поколения.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования являются системный, социокультурный подходы, общенаучные методы анализа, труды в области цифрового обучения, цифровой дидактики, игровых технологий, имитационного моделирования, моделей поискового обучения и подходов к формированию критического мышления. Данное исследование основано на результатах анализа социокультурных и психологических характеристик студентов вузов, а также на результатах теоретического анализа материалов и исследований по проблеме цифрового обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе перехода экономики России в цифровую среду особое значение приобретают цифровые возможности обучения, а также условия эффективного усвоения знаний и формирования компетенций в рамках «цифрового обучения».

События, связанные с переходом вузов страны на дистанционную форму работы в марте 2020 г., стали для многих вузов испытанием, проверкой готовности перейти на «сольное» цифровое обучение. Кроме технических сторон и тестирования сервисов, предоставляющих возможности цифрового обучения, стали особенно актуальны вопросы, связанные со сложностями, проблемами, затрудняющими обучение студентов в условиях цифровой среды. Однако очень важно также и найти способы повышения эффективности цифрового обучения, и определить методы снижения барьеров в обучении у цифрового поколения.

Проблемами обучения в условиях цифровой среды занимается цифровая дидактика. Большой вклад в разработку этого направления педагогики внесли В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев. По их мнению,

цифровая дидактика – это «...наука об организации процесса обучения в условиях цифрового общества. Цифровая дидактика базируется на принципах традиционной дидактики, при этом адаптируя их под условия цифрового обучения. Вышеупомянутые исследователи выделяют три источника цифровой дидактики: цифровая экономика, цифровые технологии, цифровое поколение» [2, с. 4].

Цифровое поколение или поколение современных студентов в условиях цифрового обучения – это представители поколения Z. То есть люди, родившиеся в 2000-х гг.

Необходимо учитывать социокультурные процессы, отразившиеся на формировании представителей поколения Z: формирование рыночной экономики, ослабление традиционных институтов социализации, трансформация социальных идеалов в массовом сознании, рост рисков и неопределенности, развитие индивидуализма, развитие культуры потребления [3].

Данные процессы отразились на социокультурных характеристиках молодых людей: развился прагматизм, эгоцентризм, индивидуализм. Эти и другие особенности выступают «проблемными» с точки зрения эффективного обучения с использованием дистанционных, цифровых технологий. К таковым В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев причисляют [4, с. 3]: инфантилизм; индивидуализм; конформизм; некоммуникацию; интраверсию; некооперацию; клиповое сознание; нетерпеливость; гиперпрагматизм.

К положительным характеристикам этих поколений данные авторы относят:

«– в плане когнитивного развития – постоянное стремление к новизне и самосовершенствованию, креативность, способность к синтезу различных типов мышления, нелинейность, способность к параллельной обработке разных потоков информации (многозадачность), склонность к использованию разных источников информации, высокая скорость переработки информации и принятия решений;

– в плане социального развития – стремление к самовыражению, предпочтение «горизонтального» (партнёрского) типа отношений «вертикальному» (иерархическому), открытость к межкультурному и межкультурному общению; кроме того (с некоторыми оговорками) оптимизм и уверенность в своих силах» [5, с. 10].

В.В. Радаев выделяет характеристики обучающегося представителя поколения миллениалов (поколение Y), которые в большей степени могут быть отнесены к поколению Z:

– «Отказ от чтения сложных текстов (дайджесты, обзоры и т.д.).

– Получение знания как поиск готовой к использованию информации (компетенция поиска важнее, чем компетенция понимания).

– Работа с искусственным интеллектом вместо профессиональной экспертизы.

– Зависимость от постоянной (принудительной и поверхностной) коммуникации.

– Раздрганность (клиповость) сознания (постоянные переключения, отвлечения), трудности с концентрацией.

– Изменение планов, отсутствие длинных линейных траекторий.

– Высокая ценность профессиональных и внепрофессиональных альтернатив (семья, путешествия, хобби и т.д.).

– Слабые корпоративные приверженности (профессии, группе, организации).

– Прокрастинация, откладывание важных решений (профессиональных, личных).

– Желание быстрого успеха и признания (материального и личного) в условиях замедления социальных лифтов.

– Стремление к самореализации путем индивидуальных креативных проектов (стать блогером, рэпером и т.д.).

– Тяготение к культурным продуктам как средству индивидуализации» [6, с. 43–46].

Эти особенности поколения Z накладываются на недостаточный опыт работы представителей поколения Z в условиях индивидуальной работы с цифровыми технологиями в отсутствии диалога с преподавателями и одноклассниками, что в конечном итоге сказывается на снижении эффективности обучения. Наряду с плюсами цифрового обучения в высшей школе (относительная доступность, сетевой характер коммуникаций, использование современных образовательных технологий и пр.) необходимо отметить и возможные проблемы, возникающие в ходе цифрового обучения:

1) развитие излишней интровертированности, индивидуализма, эгоцентризма, излишней социальной атомизации, вызванных отсутствием возможности реальной коммуникации с одноклассниками;

2) снижение мотивации к цифровому обучению, обусловленное отсутствием диалога в обучении (за исключением онлайн-конференции), что может привести к ритуализации процесса цифрового обучения;

3) возможное появление способов подмены цифрового обучения симулированием, когда одноклассники используют готовые ответы тех, кто уже успешно освоил материал;

4) невозможность контроля со стороны преподавателя реального поведения ученика;

5) излишняя прагматизация цифрового обучения – использование только той части материала, который необходим для выполнения оценочных заданий;

6) падение уровня усвоения материала обучающимися по причине несформированности у последних навыков критического и аналитического мышления, внимательности, усидчивости, самоорганизации, самодисциплины и других навыков и компетенций, необходимых для успешного цифрового обучения;

7) примитивизация, упрощение учебного материала в результате оцифровки и перевода в удобную для восприятия форму (инфографика);

8) опасность превращения цифровизации обучения из инструмента в самоцель, лишение ее воспитательной и коммуникативной функций;

9) снижение внимания и быстрая утомляемость из-за неспособности учащихся работать с большими объемами цифрового материала;

10) потеря эмоциональной стороны обучения, что может отразиться на формировании «эмоционального» интеллекта, эмпатии, сопереживания и др. характеристик личности.

Один из результатов ожидаемого процесса цифровизации профессионального образования и обучения В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев формулируют следующим образом: «полноценная индивидуализация образовательного процесса, основанная на построении индивидуальных образовательных маршрутов и персонализированном непрерывном мониторинге учебной успешности и личностно-профессионального развития обучающихся» [5, с. 12]. В то же время тревогу вызывает то, что процесс индивидуализации образовательного процесса может привести к некоторой деформации личности студента, связанной с отсутствием диалога с преподавателем и нормальной коммуникации внутри учебного коллектива. По А.А. Вербицкому, «принцип индивидуализации, понимаемый как оставление каждого обучающегося наедине с компьютерной обучающей программой: а) ещё больше усиливает отрыв обучения от воспитания; б) лишает обучающегося возможности полноценного психического развития» [7] и ведет к тому, что может быть «упущена сама возможность формирования творческого мышления, которое по своему происхождению диалогично». А.А. Вербицкий акцентирует внимание на проблеме отсутствия диалога в цифровом обучении как важного компонента развития личности обучающихся.

По его мнению, «диалог – это развитие темы, позиции, точки зрения совместными усилиями двух и более людей, находящихся во взаимодействии и общении по поводу определённого, неизвестного в тех или иных деталях содержания» [7].

В паспорте приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» (срок реализации 25.10.2016 г. – 01.02.2021 г.) указаны риски реализации проекта, среди которых: «низкий уровень доверия и готовности студентов и академического сообщества и низкая эффективность применяемых методов онлайн-обучения» [8]. Среди мероприятий, направленных на недопущение риска, предложены: «развитие возможностей технологической платформы в области совершенствования методов онлайн-обучения, в частности коммуникаций, виртуальных практикумов» и «проведение оценки эффективности применяемых методов обучения, уровня удовлетворенности качеством онлайн-курсов, реализация мероприятий по обмену лучшими практиками онлайн-обучения» [8]. Мы считаем данные мероприятия недостаточными для повышения эффективности обучения в цифровой образовательной среде. Так как они не направлены на стимулирование мотивации к обучению в цифровой образовательной среде, а также не решают проблему деформации диалога с преподавателем и одноклассниками.

Более детально остановимся на способах преодоления «проблемных участков» в цифровом обучении. Для преодоления прагматичности мышления и эгоцентризма цифровое обучение должно включать высокую вовлеченность обучающихся, эмоциональное включение, понимание студентами полезности знаний и компетенций в будущей работе.

Анализируя социокультурные и социально-психологические особенности поколения Z, необходимо выделить те характеристики, которые могут быть использованы для повышения эффективности обучения. На основе исследований ценностных ориентаций студентов ГУУ 2001–2018 гг. мы делаем вывод о росте популярности ценностных ориентаций «самореализация» и «понимание мыслей и чувств», то есть эмпатии: «усиливается запрос на эмпатию. Возрастает значимость ценностной ориентации «понимание мыслей и чувств», в условиях возрастающей социальной атомизации и усиливающихся рисков у студентов растет страх быть отвергнутым, обманутым» [9, с. 185]. Кроме того, «растет популярность таких ценностных ори-

ентаций, как «самореализация», «приятное времяпрепровождение», «патриотизм» [9, с. 185]. При этом на основе анализа данных социологических исследований ценностных ориентаций студентов 1990–2017 гг. мы приходим к выводу: наступает переход от материальных ценностей к «ценностям «нематериальным» – самореализация; карьерный рост; самоактуализация и пр.» [10, с. 144]. И это значит, что цифровое обучение должно включать в себя эмоциональный компонент и возможность обучающихся самореализоваться, иметь возможность интеракции и обмена эмоциями и мыслями во время процесса обучения.

На основе вышеизложенных особенностей поколения Z приведем ряд методов, направленных на повышение эффективности цифрового обучения:

– *Развитие критического и аналитического мышления.* При сформированных у обучающихся навыках критического и аналитического мышления обучающиеся переходят из состояния пассивного восприятия в состояние активного верификатора информации. Что позволяет поддерживать мотивацию обучения, сохранять достаточный уровень внимания, активно вовлекаться в образовательный процесс и повысить уровень усвоения материала в условиях цифрового обучения. Развитие критического мышления идет по трем технологическим этапам: 1) вызов (формирование противоречия в учебной задаче, необходимость поиска недостающей информации, отсутствие материала и пр.; 2) осмысление содержания; 3) рефлексия. На первом этапе происходят процессы «реализации имеющихся знаний, выявление затруднений в знаниях, формулировка вопросов. Итог – постановка цели учебной деятельности» [11, с. 21]. На втором этапе «знакомство с новой информацией, ее соотнесение с имеющимися знаниями, поиск ответов на поставленные ранее вопросы, выявление затруднений противоречий, корректировка целей» [11, с. 21], наконец, на третьем этапе «суммирование и систематизация новой информации об оценке, ответы на поставленные ранее вопросы, формулировка вопросов, постановка новых целей учебной деятельности» [11, с. 21]. Для повышения включенности обучающихся в учебный процесс имеет смысл дать задание студентам самим записывать видеоролики по различным темам для студентов младших курсов.

– *Геймификация.* В геймификации обучения сочетается самореализация, групповая коммуникация и эмоциональный компонент. Под геймификацией понимается использование игровых технологий

в неигровом контексте. Игровые технологии позволяют использовать игровую цель (победа, выигрыш, набор очков и пр.), добавить состязательности, конкуренции и за счет этого повысить мотивацию обучения. Геймификация создает инфраструктуру игровой деятельности. В этом случае данная модель обучения как игры «является воплощением поисковой ориентации в дидактике, линии дидактических исследований, которая связана с организацией учебно-исследовательской познавательной деятельности, ориентирована на специальное обучение поисковым процедурам, формирование культуры рефлексивного мышления» [12, с. 310].

Геймификация обучения реализована в ролевой игре Classcraft. Разработчики так описывают свой продукт: «будучи игровым фоном для учебной программы, Classcraft полностью преобразует уроки на весь учебный год» [13]. И далее: «учитель ведет урок в обычном режиме, игра же, запущенная на фоне, управляет сбором очков и распределением способностей» [13]. На этой и других платформах включены мультимедийные составляющие статуса текущего состояния обучающегося, отражающие степень освоения материала (бонусы, очки и другие мотивационные стимулы за выполненные задания), призванные поддерживать интерес и мотивацию в условиях цифровой среды. Такой подход реализован на онлайн-платформе по подготовке к ЕГЭ foxford.ru.

– *Использование симуляторов.* В отличие от геймификации, где элементы виртуальной игры переходят в обучение, симуляторы отражают обратный процесс – перенос реальных ситуаций и моделей поведения в условия виртуальной среды. В качестве примера может быть приведен бизнес-симулятор SimulTrain, позволяющий погрузить студентов в условия реального бизнес-проекта, позволяющего сформировать управленческие навыки в различных ситуациях на всех этапах реализации проекта.

21 мая 2020 г. В.В. Путин внес в Государственную Думу проект федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся», в котором предлагается ввести процесс воспитания в образовательные программы. Для сочетания элементов игры и реализации задач по патриотическому воспитанию можно использовать имитационные игры на тему Великой Отечественной войны, кураторами которых могут быть привлечены ветераны.

В действительности, компьютерные симуляторы и другие цифровые технологии

представляют собой возможность использования закономерностей и особенностей, которые возникают у обучающихся во время игры (состязательность, достижение игровой цели и др.).

– *Модели поискового обучения.* В условиях дистанционного обучения самостоятельная работа студентов с материалом в рамках поисковых моделей может решить ряд задач: повысить самоорганизацию, актуализировать потребность в самореализации и усилить мотивацию обучения в условиях цифрового обучения; связать опыт студентов с получаемыми знаниями. М.В. Кларин выделяет следующие этапы в модели «обучение исследованию»: столкновение с проблемой; сбор данных – «верификация»; сбор данных – экспериментирование; построение объяснения; анализ хода проделанного исследования» [12, с. 242]. Поисковое обучение в дистанционном формате может включать: формирование гипотезы; самостоятельный поиск материала в сети Интернет; верификация источников информации; анализ содержания информации; проверка гипотезы; формирование выводов исследования. Эти методы были использованы при обучении студентов-социологов в Институте Социологии РАН в 2013 г. В рамках курсовой работы студентам предлагалось провести сравнительное теоретическое исследование ценностных ориентаций китайских и российских студентов, сделанных по сопоставимой анкете. Анализ показал, что у многих студентов не сформированы компетенции поисковой и аналитической работы. В то же время результаты данной исследовательской работы позволили говорить о повышении уровня аналитической работы студентов социологов в результате выполнения курсовой работы.

– *Использование смешанного обучения.* Смешанное обучение представляет собой совмещение традиционного обучения и цифрового обучения. На основе анализа теоретических исследований по проблеме цифрового обучения Г.И. Аксенова и Т.А. Зоткина приходят к выводу о том, что «метод смешанного обучения способствует активному обучению студентов, повышению их технических навыков, привлечению большего внимания к образовательной среде, повышению навыков сотрудничества и расширению их возможностей в области изучаемой дисциплины» [14, с. 17]. Повышение интереса к обучению при использовании смешанных типов обучения отмечают зарубежные исследователи [15, 16]. Результаты студентов в группе смешанного обучения в формате электронного курса на выходе в среднем достоверно выше,

чем в группе традиционно-очного обучения ($p < 0,001$). М.Г. Сорокова на основе исследования 387 студентов МГППУ в условиях традиционного и смешанного обучения пришла к выводу о более высоких показателях результатов обучения студентов в смешанном формате: «результаты студентов в группе смешанного обучения в формате электронного курса на выходе в среднем достоверно выше, чем в группе традиционно-очного обучения ($p < 0,001$)» [17, с. 36].

– *Повышение эффективности работы в условиях видеоконференций.* Уровень усвоения определенной информации в процессе восприятия онлайн-лекций будет намного эффективнее, если будет совместная работа в чатах по поиску информации и ее верификации. Для преодоления снижения внимания перед онлайн-курсом преподаватель просит сформулировать ответы на вопросы сразу же после окончания онлайн-лекции в течение небольшого времени. Сами же ответы формулируются обучающимися уже в процессе прослушивания лекции. Кроме этого, каждые 10 минут преподаватель подтверждает вовлечение студентов – обучающиеся должны в чате подтвердить свое включение в образовательный процесс. При этом, чтобы избежать дальнейшего откладывания обучающимися на потом процесса освоения лекции (прокрастинации), необходимо отменить возможность просмотра онлайн-лекции в записи, стимулируя пребывание обучающихся в состоянии здесь и сейчас.

Таким образом, с учетом особенностей поколения Z цифровое обучение должно включать: эмоциональный компонент; высокую интерактивность обучения на уровне постоянного взаимодействия обучающихся как между собой, так и с преподавателем; возможность реализовывать групповые роли через виртуальные проекты, задачи и пр.; стимулирование неконформизма за счет включения техник критического мышления; стимулирование активности через самореализацию и самостоятельные проекты (проектные методы в обучении); сочетание текста и инфографики; использование игровых технологий в цифровом обучении (технологии имитационного моделирования, программ-симуляторов, геймификация обучения); использование моделей поискового обучения.

Таким образом, с одной стороны, эффективность обучения обусловлена средствами цифровой образовательной среды, с другой – компетенциями самих студентов. К таким компетенциям можно отнести: самоорганизованность, собранность, навыки самоконтроля, методы критического и ана-

литического мышления и др. В то же время важной задачей проектирования цифровой образовательной среды является возможность создания диалога между преподавателем и студентом как неотъемлемой части развития личности, эмоциональных компонентов личности и творческого мышления. Отсутствие воспитательной функции в условиях цифровой среды или ее недостаточная раскрытость – одна из ключевых проблем и перспективное направление развития цифрового обучения.

Перспективы развития методов повышения эффективности в условиях цифровой образовательной среды напрямую связаны с возможностями использования социокультурных и социально-психологических особенностей поколения Z. К «проблемным участкам» этого поколения относится отсутствие компетенций критического мышления и самоорганизации, поэтому одна из ключевых задач в области повышения эффективности обучения – создание условий для повышения самоорганизации студентов и умения самостоятельно и критически мыслить. Использование одной из ключевых особенностей поколения Z – стремления к самореализации – можно использовать через геймификацию обучения и использование методов имитационного моделирования, моделей поискового обучения. Эти методы призваны перевести студента из пассивного состояния восприятия учебного материала в состояние активного участия в учебно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Воробьева М.В. Особенности и обучение I-поколения (поколения Z) // Педагогическое образование и наука. 2019. № 5. С. 108–112.
2. Блинов В.И., Сергеев И.С., Есенина Е.Ю. Основные идеи дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения. М.: Перо, 2019. 24 с.
3. Тазов П.Ю. Социокультурные условия формирования духовно-нравственных ценностей студентов вуза // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28724> (дата обращения: 28.05.2020).
4. Блинов В.И., Есенина Е.Ю., Сергеев И.С. Цифровая дидактика профессионального образования и обучения (ключевые тезисы) // Среднее профессиональное образование. 2019. № 3. С. 3–8.
5. Блинов В.И., Дулинов М.В., Есенина Е.Ю., Сергеев И.С. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения. М.: Перо, 2019. 72 с.
6. Радаев В.В. Портрет обучающегося миллениала (из опыта преподавателя): доклад в рамках семинара Института образования НИУ ВШЭ «Актуальные исследования и разработки в области образования». 2018. 27 марта. [Электронный ресурс]. URL: <https://ioe.hse.ru/data/2018/03/27/1164875808/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%98%D0%9E%202018.pdf> (дата обращения: 04.05.2020).
7. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Электронный научно-публицистический журнал «Номо Cyberus». 2019. № 1 (6). [Электронный ресурс]. URL: http://journal.homocyperus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019 (дата обращения: 10.05.2020).
8. Паспорт приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». Утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 25 октября 2016 г. № 9. [Электронный ресурс]. URL: <http://neorusedu.ru/documents/pasport-prioritnogo-proekta-sovremennaya-tsifrovaya-obrazovatel'naya-sreda-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 10.05.2020).
9. Тазов П.Ю. Динамика ценностных ориентаций студентов ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» в 2001–2018 гг. // Вестник университета. 2019. № 7. С. 178–186.
10. Тазов П.Ю. Ценности студентов России: векторы социокультурных трансформаций (по материалам исследований 1991–2017 гг.) // Вестник Московской международной высшей школы бизнеса (МИРБИС). 2018. № 2 (14). [Электронный ресурс]. URL: <https://cs.journal-mirbis.ru/-/rXmF5q7bllT-QGi8VTxRjg/sv/document/c9/3b/b8/521295/365/140-146.pdf?1530883691> (дата обращения: 22.05.2020).
11. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителей общеобразовательных учреждений. 2-е изд., дораб. М.: Просвещение, 2011. 223 с.
12. Кларин М.В. Инновационные модели обучения: Исследование мирового опыта: монография. М.: Луч, 2016. 640 с.
13. Classcraft – Зачем игрофицировать? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.classcraft.com/ru/overview/> (дата обращения: 10.05.2020).
14. Зоткина Т.А., Аксенова Г.И. Развитие познавательного интереса студентов в условиях цифрового обучения // Современный ученый. 2020. № 2. С. 14–18.
15. Annabi H. Learning triggers in virtual groups. IFIP International Federation for Information Processing. 2007. № 236. P. 231–249.
16. Hidi S., Renninger K.A. The four-phase model of interest development. Educational Psychologist. 2006. № 41 (2). P. 111–127.
17. Сорокова М.Г. Электронный курс как цифровой образовательный ресурс смешанного обучения в условиях высшего образования // Психологическая наука и образование. 2020. Т. 25. № 1. С. 36–50. DOI: 10.17759/pse.2020250104.

УДК 372.851

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ПО АЛГЕБРЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 9-ГО КЛАССА

Трофимова М.Л., Афанасьев А.Е.

*ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: trofi_mariya@mail.ru*

Актуальность исследования обусловлена тем, что в Концепции развития математического образования указывается, что успех нашей страны зависит от развития математической грамотности всего населения. В статье рассматривается возможность развития математической грамотности обучающихся путем реализации межпредметных связей алгебры с другими предметами школьного курса. В статье раскрывается понятие «математическая грамотность», дано его определение, указаны познавательные процессы, выделяемые из понятия математической грамотности. Также в рамках данного исследования приводится определение понятий «межпредметная связь» и «межпредметная задача». Наиболее оптимальной моделью реализации межпредметных связей выбрано применение межпредметных домашних заданий. В статье дается определение понятия «межпредметные домашние задания», выделены основные этапы применения межпредметных домашних заданий. Кроме того, сформулированы основные требования к межпредметным задачам для развития математической грамотности. По результатам анализа тем курса алгебры выделены три темы, при изучении которых можно применять межпредметные домашние задания. В статье приводятся примеры межпредметных заданий по алгебре, которые связаны с другими предметами школьного курса. Комментируются результаты проведенного педагогического эксперимента с применением разработанных межпредметных домашних заданий по алгебре, которые демонстрируют повышение уровня развития математической грамотности обучающихся.

Ключевые слова: развитие математической грамотности, реализация межпредметных связей, межпредметная задача, межпредметные домашние задания по алгебре, повышение уровня развития математической грамотности

THE USE OF INTER-SUBJECT HOME ASSIGNMENT IN ALGEBRA FOR THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS IN GRADE 9

Trofimova M.L., Afanasev A.E.

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North-Eastern Federal
University named after M.K. Ammosov», Yakutsk, e-mail: trofi_mariya@mail.ru*

The topicality of the research is reasoned by the fact that in the Concept of Development of Mathematic Education it is stipulated that the success of our country depends on the development of mathematical literacy of the entire population. In the article, the possibility of development of mathematical literacy of students by way of realization of inter-subject relationships between algebra and other subjects of the school curriculum. The notion «mathematical literacy» and the definition of this notion are unraveled in the article, as well as cognitive processes distinguished in the notion of mathematical literacy. Also, the definition of the notion «inter-subject relationship» and «inter-subject task» is given within the frames of this study. The use of inter-subject home assignments is chosen as the most optimum model of realization of inter-subject relationships. The article gives the definition of the notion «inter-subject homework assignment», and main stages of using inter-subject homework assignments are outlined. More to that, main requirements to inter-subject tasks for the development of mathematical literacy are formulated. According to results of the analysis of algebra course topics, three topics were set aside, during the learning of which inter-subject home assignments can be used. The article gives examples of inter-subject tasks in algebra which are related to other subject of the school curriculum. Comments are given on results of the conducted pedagogical experiment with the use of inter-subject home assignments in algebra which were developed, which demonstrate the improvement of the level of development of students' mathematical literacy.

Keywords: development of mathematical literacy, realization of inter-subject relationships, inter-subject task, inter-subject home assignments in algebra, improvement of the level of mathematical literacy

В Концепции развития математического образования указывается, что успех нашей страны в XXI в. зависит не только от уровня математической науки, но и от уровня математической грамотности всего населения [1]. В этом же документе написано, что математическая грамотность позволяет понять значимость математического образования в мире, формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах.

Международные сравнительные мониторинговые исследования, в том числе исследование PISA по выявлению уровня математической грамотности 15-летних обучающихся, приобретают все большее значение, так как на основе их результатов создаются приоритетные направления математического образования.

Эти факторы ориентируют учителей математики на поиск эффективных способов развития математической грамотности

обучающихся. В настоящее время обострилось противоречие между потребностью субъектов учебного процесса в подробно описанных методах и средствах развития математической грамотности обучающихся и недостаточностью методической литературы по данной теме.

В рамках изучения литературы было выявлено, что развитию математической грамотности препятствует разобщенность, несистематизированность изученных знаний. Поэтому в качестве пути развития математической грамотности в данной работе выбрана реализация межпредметных связей в обучении математике.

Исходя из данного предположения поставлена рабочая гипотеза о том, что применение межпредметных домашних заданий по алгебре будет способствовать развитию математической грамотности обучающихся 9-го класса.

Целью исследования являются разработка и апробация методики применения межпредметных домашних заданий по алгебре, способствующей развитию математической грамотности обучающихся 9-го класса.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели исследования применялись анализ литературы по проблеме исследования, обобщение и сравнение теоретических и эмпирических данных, тестирование обучающихся, педагогический эксперимент и обработка его результатов.

Исходя из предмета исследования изучено понятие математической грамотности. Проанализированы определения понятия «математическая грамотность», данные в рамках исследования PISA в разные годы, что позволило увидеть динамику развития данного понятия. Анализ показал, что определение данного понятия постепенно уточнялось, поэтому в основу работы было положено определение, взятое из концепции направления «математическая грамотность» исследования PISA, которое будет проведено в 2021 г.: «Математическая грамотность – это способность человека мыслить математически, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах. Она включает в себя понятия, процедуры и факты, а также инструменты для описания, объяснения и предсказания явлений. Она помогает людям понять роль математики в мире, высказывать хорошо обоснованные суждения и принимать решения, которые должны принимать конструктивные, активные и размышляющие граждане XXI века» [2].

Исходя из данного определения выделяют 4 процесса познавательной деятельности, которые образуют цикл при решении задач в определенном контексте.

1. Математическое рассуждение.

2. Формулирование проблемы на математическом языке.

3. Применение математики.

4. Интерпретация и оценка результатов.

Всего в исследовании PISA выделяют 6 уровней развития математической грамотности, которые зависят от овладения обучающимися указанными 4 процессами познавательной деятельности [3].

После изучения литературы о математической грамотности мы пришли к выводу, что несистематизированное, разобщенное изучение математики препятствует развитию математической грамотности, поэтому обратили внимание на реализацию межпредметных связей в обучении математике.

Понятие «межпредметная связь» рассматривается с точки зрения двух подходов: как педагогическая категория и как дидактическое условие эффективности обучения. Исходя из необходимости обосновать, что реализация межпредметных связей способствует развитию математической грамотности, мы выбрали определение, согласно которому межпредметная связь рассматривается как дидактическое условие эффективности обучения.

Межпредметные связи – это дидактическое условие, сопутствующее отражению в учебном процессе сформированности целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, а также овладение учащимися навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности [4, с. 66].

Сопоставление функций реализации межпредметных связей с познавательными процессами, которые рассматриваются в рамках математической грамотности, позволяет утверждать, что реализация межпредметных связей в обучении математике действительно может способствовать развитию математической грамотности.

Средством реализации межпредметных связей выступают межпредметные задачи. Согласно В.Н. Максимовой межпредметная задача – это задача, решение которой предполагает использование знаний и умений не менее чем двух и более учебных предметов [5, с. 97].

С целью выбора наиболее оптимальной модели реализации межпредметных связей изучены следующие модели: интегрированные курсы, «временная синхронизация» параллельных программ, интегрированные

внеурочные мероприятия, интегрированные уроки по математике.

Для того чтобы реализация межпредметных связей способствовала развитию математической грамотности, выбрана такая модель, как межпредметные домашние задания. Межпредметные домашние задания – это задания, в которых требуется применение знаний и умений не менее чем двух учебных предметов, которые даются обучающимся в качестве домашнего задания.

Выделены следующие этапы применения межпредметных домашних заданий.

1-й этап. Целеполагание и поиск логической связи между школьными предметами.

2-й этап. Отбор содержания, методов и средств, необходимых для создания межпредметных заданий.

3-й этап. Разработка межпредметных заданий в форме домашней работы.

Также сформулированы требования к межпредметным заданиям, способствующим развитию математической грамотности:

1) необходима согласованная работа с учителями-предметниками при их разработке;

2) задания должны соответствовать изучаемой теме;

3) межпредметные задания по уровню сложности не должны превышать зону ближайшего развития обучающихся;

4) в межпредметных заданиях обязательно должна присутствовать фаза вызова – поставленная в задании проблемная ситуация должна побудить обучающихся к его выполнению, то есть она должна отражать актуальную проблему с точки зрения обучающихся;

5) нужно, чтобы задания не просто включали материал по другим дисциплинам, но и были задействованы умения и навыки из этих дисциплин;

6) должно соблюдаться оптимальное количество межпредметных заданий, чтобы не нагружать обучающихся сверх возможного;

7) при выполнении обучающимися этих заданий должны осуществляться такие мыслительные операции, как аналогия, обобщение, систематизация изученного материала, выдвижение гипотез и моделирование обобщенных выводов;

8) приветствуются такие задания, которые способствуют творческому применению приобретенных знаний.

4-й этап. Информирование обучающихся о межпредметных домашних заданиях.

Необходимо заранее, перед изучением нового материала, ознакомить обучающихся с межпредметными домашними заданиями, так как только в этом случае у них возникает мотивация и актуализируется

умение синтезировать приобретаемые знания с другими дисциплинами.

Обязательным условием успешного выполнения межпредметных домашних заданий выступает наличие мотивации к его выполнению. С этой целью применяются межпредметные задания, связанные с различными школьными дисциплинами, в зависимости от интересов обучающихся.

5-й этап. Процесс выполнения задания обучающимися.

6-й этап. Анализ проделанной работы. В ходе выполнения домашних заданий обучающиеся должны научиться аргументировать проделанную ими работу, выявлять и реализовывать кратчайшие пути решения заданий, строить логическую цепочку рассуждений, точно использовать математическую символику.

Для разработки межпредметных домашних заданий по алгебре для обучающихся 9-го класса проанализированы основные темы курса алгебры 9-го класса, из которых выбраны те темы, которые могут быть связаны с другими предметами школьного курса:

– уравнения и неравенства с двумя переменными;

– арифметическая и геометрическая прогрессия;

– основы комбинаторики и теории вероятностей.

С целью определения примерной факбулы межпредметных задач по указанным темам и требуемого уровня математической грамотности для их решения проведен анализ задач действующих учебников по алгебре. Исходя из анализа учебников можно прийти к выводу, что во всех нашлись такие межпредметные задачи, при решении которых применяются знания, полученные из других дисциплин школьного курса. Но для решения этих межпредметных задач, не считая задач, связанных с геометрией, можно обойтись только знаниями и умениями, приобретенными при изучении алгебры, так как контексты задач знакомы обучающимся из ранее изученных тем.

Разработаны межпредметные задания по алгебре для организации межпредметных домашних заданий. Рассмотрим некоторые примеры.

Задания по теме «Уравнения и неравенства с двумя переменными»

Задание № 1. (Алгебра и физическая культура). Финский физиолог Мартти Карвонен разработал один из методов определения границ частоты сердцебиений. Формула Карвонена имеет следующий вид: ЧСС во время тренировки = (максимальная ЧСС – ЧСС в покое) интенсивность (в про-

центах) + ЧСС в покое. Максимальная частота сердечных сокращений равна 205. Изобразите в системе координат, какой должна быть ваша частота сердечных сокращений при интенсивности тренировок меньше 70%.

Задание № 2. (Алгебра и физика). Известно, что эхо становится различимым на слух, если интервал между прямым и отраженным звуком составляет 50–60 мс. С помощью неравенства покажите, на каком расстоянии может находиться твердая поверхность, отражающая звуковые волны, если человек слышит эхо и звук возвращается не более чем через 5 секунд. Для наглядности изобразите решение неравенства графически.

Задание № 3. (Алгебра и обществознание). Для проведения ремонта можно нанять двух работников, каждый из которых готов работать за 70 тыс. Существует альтернативный вариант, при котором можно провести ремонт самостоятельно, взяв отпуск за свой счет. Изобразите на графике область, при которой выгоднее провести ремонт самостоятельно. На оси ординат отложите ежедневную оплату, а на оси абсцисс – сроки ремонта. С помощью графика ответьте на вопрос, как выгодно поступить, если можно самостоятельно закончить ремонт через 20 дней, при этом зарабатываете 500 руб. в день, а если 100 руб. в день?

Задания по теме «Арифметическая и геометрическая прогрессия»

Задание № 1. (Алгебра и химия). Широко распространен следующий факт применения прогрессий в химии: при повышении температуры в арифметической прогрессии скорость химических реакций растет в геометрической прогрессии. Найдите формулу, определяющую зависимость между скоростью химической реакции и температурой. Вычислите скорость химической реакции при повышении температуры от 0°C до 10°C, от 10°C до 20°C, от 20°C до 30°C, если температурный коэффициент Вант-Гоффа равен 2,5. Действительно ли скорость химических реакций обрывает геометрическую прогрессию?

Задание № 2. (Алгебра и биология). В биологии известен термин «геометрическая прогрессия размножения», которая означает, что каждый организм стремится увеличить свое потомство в геометрической прогрессии. В качестве примера рассмотрим размножение обыкновенных комаров. Самка комара откладывает в среднем 100 яиц, при отсутствии крови умирает после кладки. Яйца превращаются во взрослую особь через неделю. Предположим, что из половины яиц появились самки комаров,

которые размножаются так же. Сколько всего комаров станет через месяц от размножения одного комара, если дать им возможность беспрепятственно размножаться?

Задание № 3. (Алгебра и информатика). Часто в информатике на разных языках программирования требуется проверка написанных алгоритмов. Определите, какой результат необходимо получить в результате выполнения программы:

```
Var
a, d: real;
i, n: integer;
begin
write ('Введите значение первого члена
прогрессии, a=');
readln(a);
write ('Введите значение разности про-
грессии, d=');
readln(d);
write ('Введите количество членов про-
грессии, n=');
readln(n);
writeln ('Значения членов прогрессии:');
for i:=1 to n do
write (a+d*(i-1), ' ');
End.
```

Задания по теме «Основы комбинаторики и теории вероятностей»

Задание № 1. (Алгебра и культура народов республики Саха (Якутия)). Якуты с древних времен являются очень наблюдательным народом. Они устанавливали закономерности между явлениями природы, тем самым могли предсказывать погоду. Но со временем некоторые из примет становятся недействительными, появляются новые. Найдите якутскую примету о погоде и понаблюдайте в течение 1 недели, отмечайте, сколько раз исполнилась данная примета. Необходимо выбирать такую примету, которую можно проверять каждый день. Вычислите, с какой вероятностью выбранная вами якутская примета исполнится.

Задание № 2. При изучении географии часто приходится выполнять задания с контурными картами. При этом можно встретить задание на раскраску политической карты. С помощью правила произведения укажите, сколько имеется способов раскрасить карту субъектов Дальнего Востока с помощью 4 цветов так, чтобы два любых граничащих субъекта имели различные цвета? Сколькими способами можно раскрасить эту же карту с такими же условиями с помощью 3 цветов?

Экспериментальной базой является МОБУ «СОШ № 31» г. Якутска, экспериментальную выборку составили 33 обучающихся 9б класса МОБУ «СОШ № 31» г. Якутска.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении педагогического эксперимента применялась методика конструирования тестовых заданий, разработанная А.К. Кагазбаевой [6, с. 24]. На констатирующем этапе выявлен уровень развития математической грамотности у обучающихся, составляющих экспериментальную выборку. Диагностическая работа показала, что 18% обучающихся имеют 1-й уровень развития математической грамотности, 30% – 2-й уровень, 24% – 3-й уровень, 21% – 4-й уровень, 7% – 5-й уровень. На формирующем этапе им предлагалось выполнить межпредметные домашние задания, соответствующие темам, которые они изучают по алгебре. Результаты выполнения каждого задания фиксировались. На контролирующем этапе проводится диагностическая работа, аналогичная той, которая осуществлена на констатирующем этапе. В результате диагностической работы выявлено, что 1-й уровень развития математической грамотности определен у 12% обучающихся, по 24% обучающихся показали 2-й и 3-й уровень, по 18% – 4-й и 5-й уровень. 4% обучающихся продемонстрировали 6-й уровень. При сравнении результатов диагностических работ и их сопоставлении с результатами выполнения межпредметных домашних заданий выявлена взаимосвязь между выполнением обучающимися межпредметных домашних заданий по алгебре и повышением их уровня развития матема-

тической грамотности, что подтвердило рабочую гипотезу.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволяет утверждать, что применение межпредметных домашних заданий способствует развитию математической грамотности обучающихся 9-го класса. В дальнейшем результаты данного исследования будут положены в основу разработки сборника межпредметных заданий, рекомендованного учителям математики в учебном процессе.

Список литературы

1. Концепция развития математического образования в Российской Федерации (утв. Распоряжением Правительства РФ от 24 декабря 2013 г. № 2506-р). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70452506> (дата обращения: 20.05.2020).
2. Концепция направления «математическая грамотность» исследования PISA. [Электронный ресурс]. URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201978> (дата обращения: 21.05.2020).
3. PISA 2018 Results. (Volume I) What students know and can do. 2019. 354 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm> (дата обращения: 20.05.2020).
4. Блинова Т.Л., Кириллова А.С. Подход к определению понятия «Межпредметные связи в процессе обучения» с позиции ФГОС ООО // Педагогическое мастерство: материалы III междунар. науч. конф. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/71/4042> (дата обращения: 20.05.2020).
5. Максимова В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. М.: Просвещение, 1988. 192 с.
6. Кагазбаева А.К. Методика конструирования тестовых заданий по математике в контексте с международными исследованиями PISA: методическое пособие. Актобе: ред.-изд. отдел филиала АО НЦПК «Өрлеу», 2015. 120 с.

УДК 378:004

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Фадеева К.Н.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева»,
Чебоксары, e-mail: fadeevakn@mail.ru

Актуальность статьи обусловлена необходимостью исследования проблемы формирования информационной культуры студентов педагогического вуза как основной составляющей информатизации общества. Под информационной культурой в данном исследовании подразумевается определенный уровень знаний, позволяющий индивиду ориентироваться в современных потоках информации и использовать полученную информацию для решения конкретных задач. Сформулированы педагогические условия, комплексная реализация которых необходима для создания образовательного и воспитательного процесса, обеспечивающего формирование информационной культуры студентов педагогического вуза. Квалифицированные, обладающие информационной культурой кадры необходимы современному обществу, поэтому на всех этапах подготовки студентов педагогических направлений необходимо наличие информационной составляющей. Если студенты за время своего обучения будут понимать, что информационные технологии положительно влияют на образовательный процесс, активно работать в единой информационной образовательной среде высшего учебного заведения, если информационные технологии станут неотъемлемой частью их обучения, то этот опыт выпускники перенесут и в свою профессиональную деятельность. Формирование информационной культуры студентов является необходимой составляющей образовательного процесса, чтобы в будущем молодые учителя грамотно использовали информационные технологии в ходе проведения занятий и работы с учащимися.

Ключевые слова: информационная культура, педагогические условия, студент, вуз, образовательный процесс

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF FORMATION OF INFORMATION CULTURE OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Fadeeva K.N.

Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, e-mail: fadeevakn@mail.ru

The relevance of the article was due to the need to study the problem of forming an information culture of students of the pedagogical university, as the main component of informatization of the society. Information culture in this study refers to a certain level of knowledge that allows an individual to navigate modern information flows and use the information obtained to solve specific problems. Pedagogical conditions have been formulated, the comprehensive implementation of which is necessary for the creation of an educational and educational process that ensures the formation of an information culture of students of a pedagogical university. Qualified, information culture personnel are necessary for modern society, so at all stages of training of students of pedagogical directions it is necessary to have an information component. If students during their studies understand that information technologies positively influence the educational process, actively work in the unified information educational environment of the higher educational institution, if information technologies become an integral part of their education, this experience graduates will transfer to their professional activities. The formation of an information culture of students is a necessary component of the educational process so that in the future young teachers will make good use of information technologies in the course of classes and work with students.

Keywords: information culture, pedagogical conditions, student, university, educational process

Во все времена главной задачей педагога была передача ученику знаний, накопленных человеком в ходе исторического развития, и обучение творческому и эффективному применению этих знаний в жизни. С развитием цифровой инфраструктура становится всё доступней, данные в настоящий момент являются первоосновой, ресурсом, который можно использовать для планирования собственной деятельности.

Поскольку объем знаний в наши дни растет экспоненциально, а время обучения относительно ограничено, во всем мире наблюдается тенденция к преобразованию системы образования, как по содержанию, так и с точки зрения совершенствования про-

цесса обучения, его методов, структурных форм, а также вспомогательных средств. Кроме задач передачи знаний и обучения эффективному применению этих знаний на первый план выходит задача обучения добыванию нужных знаний и профессиональной адаптации в течение всей жизни человека. Это предъявляет все более строгие требования к системе образования, удовлетворить которые, используя только традиционные средства обучения, практически невозможно.

Многие ученые справедливо считают, что «панацеей» является информатизация образования. Можно привести много доводов в пользу компьютера: большой объ-

ем запоминаемой информации, быстрый поиск, высокая скорость работы без утомления, универсальность выполняемых операций, определенность и однозначность работы, независимость от окружающей среды и времени суток и т.д. и т.п. Квалифицированные, обладающие информационной культурой кадры необходимы современному обществу, поэтому на всех этапах подготовки студентов педагогических направлений необходимо наличие информационной составляющей [1].

Компьютеризация учебного процесса поставила перед преподавателями много новых вопросов и ранее неизвестных проблем.

Во-первых, работа преподавателя, связанная с раскрытием сущности предмета, логической организацией учебного материала, подбором примеров и упражнений, корректировкой материала в зависимости от результатов усвоения, пробуждением устойчивого интереса к изучаемому предмету, воспитательным воздействием предмета и самой личности преподавателя, носит явно выраженный творческий характер. Такую работу справедливо оценивают как педагогическое искусство. Сегодняшним компьютерам, даже самым мощным, подобная деятельность пока не под силу.

Во-вторых, как повлияет компьютер на развитие учащегося, становление его интеллекта? Не изменят ли компьютеры природу человеческого мышления? И если да, то в лучшую или в худшую сторону? Например, во многих случаях компьютер может сделать ненужным механическое заучивание. Какой смысл учить правописание, если компьютер, в частности офисные приложения, сам может исправлять грамматические ошибки? Сегодня тренировка памяти с помощью «зубрежки» утратила свою популярность, уступив место логическим построениям и помощи от компьютера и интернета. Однако можно привести большое количество жизненных примеров, что нужна все-таки и так называемая «элементарная зубрежка» – заучивание наизусть, например, больших литературных отрывков, чтобы человек умел воспроизвести их, максимально используя свой внутренний аппарат считывания. Поэтому и современная наука не рекомендует противопоставлять логику мышления тренировке памяти. Более того, некоторые ученые прямо связывают с состоянием памяти человека даже его долголетие: чем лучше и тренированнее память человека – тем он дольше проживет. Вышесказанное – в некоторой мере ответ на вопрос, целесообразно ли во всех случаях перекладывать работу по запоминанию на компьютер.

Проблемы информатизации образования в своих работах рассматривали многие педагоги и ученые (С.В. Панюкова, В.П. Беспалько, Т.А. Лавина, И.В. Роберт, А.А. Кузнецов, С.К. Голубева). Данные исследователи изучали теоретические и методологические основы информатизации, понятийно-терминологический аппарат, необходимость создания и функционирования информационной образовательной среды учебного заведения, внедрение информационно-коммуникационных технологий во все сферы образовательного процесса, проблемы формирования информационной культуры личности и информационной компетентности современных учителей, использование дистанционных технологий в образовании и обучении. Таким образом, профессиональная деятельность любого педагога тесно связана с информатизацией современного общества. Актуальной в настоящее время является исследование проблемы формирования у студентов педагогических вузов информационной культуры, владение которой необходимо в условиях компьютеризации системы образования и организации обучения в дистанционном формате.

Целью исследования является изучение проблемы формирования информационной культуры будущих педагогов в контексте информатизации образования.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно [2] информационная культура – это способность общества результативно использовать информационные ресурсы и инструменты информационных коммуникаций, а также использовать прогрессивные ведущие результаты и достижения в сфере развития средств информатизации для этих целей. Мы в своем исследовании под информационной культурой будем понимать определенный уровень знаний, позволяющий индивиду ориентироваться в современных потоках информации и использовать полученную информацию для решения конкретных задач.

Можно выделить ряд критериев, определяющих информационную культуру: осуществление продуктивного и грамотного информационного взаимодействия; осознание роли информации и информационных процессов в развитии общества; понимание законов информационно-коммуникационной среды; умение самостоятельно ориентироваться в информационном пространстве; понимание необходимости в постоянном совершенствовании владения информационными и коммуникационными технологиями [3].

Выпускник, получивший квалификацию учитель, в дальнейшем способствует формированию общей культуры личности своих учеников, а значит, и их информационной культуры [4]. Формирование информационной культуры будущих педагогов происходит в процессе обучения дисциплинам информационного цикла, изучения основных информационных процессов, возможностей применения информационных и коммуникационных технологий в будущей профессиональной деятельности, а также при проведении занятий по дисциплинам общепрофессионального и профессионального блока. При этом важная роль отводится педагогическим условиям формирования информационной культуры студентов.

Под педагогическими условиями формирования информационной культуры студентов будем понимать совокупность условий, комплексная реализация которых необходима для создания образовательного и воспитательного процесса, обеспечивающего формирование информационной культуры студентов педагогического вуза.

Рассмотрим педагогические условия, реализация которых будет способствовать формированию информационной культуры будущих педагогов.

Первое педагогическое условие – мотивация студентов на овладение информационной культурой, понимание положительного влияния информационных технологий на образовательный процесс.

Выпускники педагогических высших учебных заведений должны уметь ориентироваться в потоке информации, обладать мобильностью, гибкостью, способностью быстро обучаться и переучиваться, применять полученные знания на практике [5]. Выделим следующие положительные моменты от использования информационных технологий в ходе их эксплуатации в образовании:

- повышение активности работы учащегося (из пассивного получателя информации он превращается в ее добытчика);
- развитие самостоятельности при индивидуальной работе с компьютером;
- выработка четкости, точности при определении последовательности действий;
- оценивание своих действий при решении каких-либо задач;
- развитие способности к анализу и обобщению;
- облегчение усвоения абстракций, позволяя многие из них представить конкретными;
- повышение усвояемости учебного материала за счет полисенсорности представляемой компьютером информации.

Второе педагогическое условие – проектирование учебных заданий по информационным дисциплинам на будущую профессию.

Можно выделить следующие аспекты использования компьютеров при организации обучения.

1. Подготовка печатных дидактических и раздаточных материалов преподавателем. Оснащение рабочего места учителя компьютером с установленными офисным пакетом и графическим редактором, принтером дает возможность создавать дидактический материал для учебных занятий (контрольные и самостоятельные работы, дидактические карточки для индивидуальной работы, справочные и иллюстративные материалы для сопровождения занятия) быстрее и эффективнее.

Кроме этого, можно отметить и другие положительные стороны:

- созданные на компьютере документы легко редактировать и выводить на печать снова и снова;
- с течением времени у преподавателя образуется «банк» дидактических материалов, который можно с соответствующими исправлениями применять многократно;
- существующий «банк» дидактических и раздаточных материалов можно определенным образом обобщать и составлять соответствующие методические разработки и пособия и т.д.

2. Мультимедийное сопровождение учебного материала преподавателем. В настоящее время оснащение школ современным оборудованием имеет приоритетное значение. В аудиториях обязательно наличие компьютера и проектора, а также интерактивной доски.

Освоив несложную технологию создания презентаций, педагог получает в свое распоряжение мощное средство, с помощью которого можно повышать наглядность изложения материала и экономить время. К тому же сейчас в сети Интернет можно найти достаточное количество готовых учебных мультимедийных материалов практически по всем предметам.

3. Интерактивное обучение в индивидуальном режиме. Большинство доступных сегодня серьезных программных продуктов по различным предметам, как правило, ориентированы на индивидуальную работу обучающихся. Такие сервисы включают в себя теоретический и практический материал, лабораторные работы, вопросы и задачи для проверки знаний. Также они имеют средства, которые позволяют достаточно точно выдерживать заданную преподавателем или выбранную обучающимся «учебную траекторию» [6].

Хотя эти курсы в полной мере не могут заменить учебные занятия с живым преподавателем, но имеют много других положительных сторон:

- возможность выбора обучающимся собственной «учебной траектории» из нескольких предложенных;
- отсутствие жесткой привязанности занятий к определенному расписанию;
- возможность начать занятия в любое время суток;
- возможность представления учебного материала в нескольких параллельных формах (в виде текста, аудио- и видеозаписи, анимации) и т.д.

Однако отсутствие главной составляющей учебного процесса – преподавателя – лишает обучающегося главных преимуществ: своевременной подсказки при затруднениях, корректировки учебного процесса в соответствии с индивидуальными учебными достижениями обучающегося, а самое главное, воспитательного воздействия личности самого педагога.

4. Помощь при выполнении «обычных» математических расчетов – обработка экспериментальных данных, расчеты при решении задач (т.е. фактически это более интеллектуальная замена калькуляторов).

Любая доступная компьютерная математическая система, табличный редактор или система программирования позволяют проводить расчеты на порядок быстрее и качественнее всех предыдущих средств. В этом отношении компьютер представляется мощным суперкалькулятором с целым рядом неоспоримых преимуществ – наглядность, удобство, возможность последующей визуализации результатов и т.д.

5. Графическая визуализация данных – построение таблиц, графиков, создание отчетов и т.д. Часто для анализа и подведения итогов по определенным табличным данным необходимо данную информацию визуализировать. Это достаточно просто можно осуществить при помощи табличного процессора.

6. Контроль знаний с использованием тестовых заданий.

Обычно тесты составляются преподавателями самостоятельно. Следует отметить, что создание грамотных или, как говорят, валидных тестов – задача отнюдь не такая простая, как может показаться на первый взгляд. Поэтому в последнее время широкое распространение получили централизованные системы тестирования, созданные с использованием веб-технологий профессиональными коллективами. Как правило, обучающийся регистрируется на соответствующем сайте и проходит тестирование в онлайн-режиме.

Для самостоятельного создания тестов на компьютере можно использовать несколько способов.

Первый способ состоит в использовании специализированного программного обеспечения, например SunRay Test Office, Macromedia AuthorWare, Macromedia Flash и т.д. Такие программы включают в себя специальные средства для создания и проведения тестов. При создании теста, как правило, требуется ввести текст задания и варианты ответа. Далее нужно указать, какой вариант считать правильным, либо указать баллы, назначаемые за тот или иной ответ.

Второй способ предполагает использование различных онлайн-сервисов. Например, при помощи бесплатных сервисов onlinetestpad.com, banktestov.ru, adtester.org можно создавать онлайн-тесты различных видов (с единичным и множественным выбором, ответ в виде слова, числа, вопросы на соответствие и т.д.), устанавливать сложность вопроса, использовать ограничение времени, сохранять результаты и выводить наглядную статистику [7].

И еще один способ подготовки тестов – это использование широко распространенных офисных программ Microsoft PowerPoint и Microsoft Excel (или их аналогов). Использование этих средств требует минимума предварительного обучения работе с ними.

7. Создание обучающимися мультимедийных проектов по заданной теме. Этот способ использования компьютера в образовании предполагает самостоятельное создание обучающимся определенного мультимедийного продукта по заданной преподавателем теме. В большинстве случаев таким продуктом является соответствующая презентация, но может быть и более сложный объект.

Кратко цель и результат создания обучающимися мультимедийных проектов можно охарактеризовать следующим тезисом: «создавая – обучаюсь; при этом вижу и показываю другим, как я обучаюсь и чего достиг; учитесь у меня и пользуйтесь тем, что я создал». Как видно из этого тезиса, такой вид использования компьютерных технологий позволяет решать большое количество педагогических задач (мотивации, рефлексии и т.д.), среди которых самая главная – обучение технологии поиска и добывания знаний и, как следствие, развитие творческих способностей обучающихся и их критического мышления.

Третье педагогическое условие – создание комфортной информационно-образовательной среды учебного заведения.

Информационно-образовательная среда предполагает наличие открытого досту-

па к информационным образовательным ресурсам на основе идентификации пользователей, подбор оптимальных образовательных ресурсов на основе использования иерархических баз данных, между объектами которых установлены определенные связи, наличие интерактивности информационного взаимодействия, наличие профессионального программного обеспечения, необходимого студенту для выработки навыков применения информационных технологий в будущей профессиональной деятельности [8].

В своем исследовании мы выделяем три уровня информационной культуры: низкий, средний и высокий. Для низкого уровня информационной культуры характерно пассивное потребление информации, использование полученных знаний, умений и навыков в различных видах деятельности практически без изменения. Средний уровень информационной культуры характеризуется активным использованием информации, знаниями, умениями и навыками по самостоятельному поиску источников информации, оцениванию источников информации с точки зрения её релевантности и дальнейшего использования полученной информации в практических целях. Для высокого уровня информационной культуры характерно владение различными способами продуцирования переработанной и осмысленной информации, возможность осуществлять анализ и синтез, комбинировать ранее освоенные знания, умения и навыки, создавать собственные информационные продукты и представлять их в различных форматах.

Заключение

При образовательном процессе в педагогическом высшем учебном заведении раз-

витие информационной культуры студентов является необходимой составляющей, чтобы в будущем молодые учителя грамотно использовали информационные технологии в ходе проведения занятий и работы с учащимися. На наш взгляд, реализация выделенных педагогических условий должна в максимальной степени способствовать формированию информационной культуры студентов.

Список литературы

1. Лапчик М.П. О формировании ИКТ-компетентности бакалавров педагогического направления // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5515> (дата обращения: 17.05.20).
2. Груздева М.Л. Формирование информационной культуры студентов вузов // Вестник ВятГУ. 2009. № 2. С. 75–77.
3. Юнусова Г.Р. Информатизация образования как основа развития информационно-компьютерной культуры студентов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18161> (дата обращения: 15.05.20).
4. Лавина Т.А. Структура и содержание инвариантной подготовки студентов в области использования информационных технологий в профессиональной деятельности // Ученые записки ИИО РАО. 2004. № 12. С. 156–185.
5. Зайцева В.П., Герасимова А.Г., Фадеева К.Н. Электронное портфолио как средство оценивания в процессе подготовки будущего специалиста // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2018. № 3 (99). С. 195–200.
6. Зайцева В.П. Интерактивные технологии как средство формирования профессиональных компетенций будущего учителя // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2016. № 2 (90). С. 131–138.
7. Фадеева К.Н. Осуществление подготовки студентов в условиях информационно-коммуникационной среды вуза // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 47–6. С. 35–37.
8. Лавина Т.А. Формирование компетентности учителя в области информационных и коммуникационных технологий в условиях введения прикладного педагогического бакалавриата // Научное обозрение. Педагогические науки. 2015. № 2. С. 107–108.

УДК 378.1

СОДЕРЖАТЕЛЬНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА К ИННОВАЦИОННОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Чугунова С.В., ¹Овчинникова Л.П., ²Михелькевич В.Н.

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Самара;

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
Самара, e-mail: J918@yandex.ru, PLOvchin@yandex.ru

В статье рассматриваются результаты научных исследований по разработке и обоснованию содержательно-деятельностных компонентов готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности. Показана актуальность исследования, заключающаяся в устранении возникшего социально-дидактического противоречия между потребностями предприятий железнодорожного транспорта в выпускниках транспортных вузов, подготовленных к инновационной профессиональной деятельности, и отсутствием критериально-диагностического аппарата по выявлению уровней готовности студентов вуза к инновационной профессиональной деятельности. Целью данного исследования является разработка и обоснование содержательно-деятельностных компонентов готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности и логико-диалектической преемственной последовательности выполнения психодидактических операций и процедур по освоению студентами этих компонентов. Дано авторское определение понятия готовности студентов к инновационной профессиональной деятельности, которое является многокомпонентным интегративным феноменом, содержащим в своей структуре конечный ряд необходимых и минимально достаточных, взаимосвязанных между собой видов интеллектуальной деятельности, целенаправленных на создание инновационных наукоемких высокотехнологичных технических объектов, конкурентоспособных на мировом рынке. Разработанная совокупность содержательно-деятельностных компонентов содержит в своей структуре восемь взаимосвязанных компонентов, каждый из которых имеет свое функциональное предназначение, свою локальную психодидактическую значимость и практическую ценность. При разработке и обосновании каждого из содержательно-деятельностных компонентов учитывались и анализировались цель, содержание, структура и взаимосвязи с другими компонентами, методы, приемы и средства реализации. Показано, что эта совокупность отражает целостное холистическое понятие готовности. Совокупность содержательно-деятельностных компонентов рассматривается как компетентностная матрица требований к содержанию и видам готовности студентов к инновационной профессиональной деятельности. Практическая ценность разработанных содержательно-деятельностных компонентов состоит в том, что они используются в качестве индикаторов достижения сформированности у студентов готовности к инновационной профессиональной деятельности.

Ключевые слова: выпускники транспортного вуза, готовность к инновационной профессиональной деятельности, содержательно-деятельностные компоненты

CONTENT AND ACTION RELATED COMPONENTS OF READINESS OF TRANSPORT UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE PROFESSIONAL ACTIVITY

¹Chugunova S.V., ¹Ovchinnikova L.P., ²Mikhelkevich V.N.

¹Samara State Transport University, Samara;

²Samara State Technical University, Samara, e-mail: J918@yandex.ru, PLOvchin@yandex.ru

The paper presents the results of scientific research connected with the development and validation of content and action related components of engineering students' readiness for innovative professional activity. The relevance of the research is to eliminate the socio-didactic contradiction that has arisen between the needs of railway enterprises in engineering graduates capable of participating in innovative professional activity and the lack of criteria-diagnostic apparatus for identifying university graduates' levels of readiness for innovative professional activity. The study aims at the development and validation of content and action related components of engineering students' readiness for innovative professional activity and for logic-dialectic consistency in carrying out psycho-didactic operations and procedures enabling the students to acquire these components. The authors suggest the concept of students' readiness for innovative professional activity as a multicomponent integrative phenomenon containing a finite series of necessary minimal sufficient interrelated types of intellectual activity aimed at creation of innovative high-tech objects that are competitive on the world market. The combination of content and action related components consists of eight interrelated components, each with its own functional focus, its own local psycho-didactic significance and practice value. The design and validation of each content and action related component was based on the analysis of its content, structure as well as its relation to other components, methods and means of implementation. It is shown that this combination reflects the holistic concept of readiness. The combination of content and action related components is regarded as a competence matrix of requirements to the content and types of students' readiness for innovative professional activity. The practical significance of the suggested content and action related components can be formulated as follows: they are used as indicators showing the levels of engineering students' readiness for innovative professional activity.

Keywords: transport university students, readiness for innovative professional activity, content and action related components

В настоящее время наблюдаются тенденции быстрого развития науки и техники во всех отраслях промышленного произ-

водства, в том числе и на железнодорожном транспорте. Обусловленная этим явлением, острая конкуренция на мировом рынке про-

мышленной продукции, объектов интеллектуальной собственности, товаров и услуг порождает необходимость инновационной деятельности технических специалистов, работающих в соответствующих сферах производства. Отвечая на вызовы времени, некоторые технические вузы проводят подготовку специалистов к творческой, изобретательской и инновационной деятельности. Однако масштабы и эффективность такой подготовки сдерживаются из-за недостаточной разработанности критериально-диагностического аппарата по выявлению уровней готовности студентов вуза к инновационной профессиональной деятельности.

Актуальность исследования состоит в устранении возникшего социально-дидактического противоречия между потребностями предприятий железнодорожного транспорта в студентах транспортных вузов, подготовленных к инновационной профессиональной деятельности, и отсутствием критериально-диагностического аппарата по выявлению уровней готовности студентов вуза к инновационной профессиональной деятельности.

Цель исследования состоит в разработке содержательно-деятельностных компонентов готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности и обосновании логико-дидактической преемственной последовательности выполнения психодидактических операций и процедур по освоению студентами этих компонентов.

Материалы и методы исследования

Анализ научной и научно-методической литературы, передового педагогического опыта по проблемам содержания и организации инновационной деятельности на предприятиях транспорта; по подготовке студентов технических вузов к творческой и инновационной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Понятие «готовность студента транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности» является сложным многоаспектным феноменом, содержащим в своей структуре конечный ряд необходимых и минимально достаточных, взаимосвязанных между собой видов интеллектуальной деятельности, направленных на создание инновационных наукоемких высокотехнологичных технических объектов, конкурентоспособных на мировом рынке.

В структуре понятия готовности студента транспортного вуза к инновационной

профессиональной деятельности содержится восемь взаимосвязанных преемственных компонентов. Исходным, первым содержательно-деятельностным компонентом готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности являются знания и умения: выполнять патентные исследования, находить аналоги и прототипы разрабатываемых новых или усовершенствуемых существующих транспортных объектов.

Разработка и проектирование новых и усовершенствование существующих транспортных технических объектов ($n + 1$)-го поколения осуществляется в соответствии с методологией научных исследований, начиная с выявления уровней развития науки и техники, на основе которых были созданы транспортные технические объекты n -го поколения. При этом самым надежным и информативным источником сведений о научно-техническом уровне разработок технических объектов n -го поколения являются патенты на изобретения, официально выданные патентными ведомствами и хранящиеся в патентных фондах ведущих стран мира. Именно поэтому студенты должны ознакомиться и овладеть навыками проведения патентных исследований по поиску аналогов и прототипов разрабатываемого или инновационного технического объекта [1].

Дефиниция второго содержательно-деятельностного компонента готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности формулируется как их умение выявлять технические противоречия между научно-техническим уровнем существующего конструкторско-технологического решения технического объекта-аналога n -го поколения и требованием к уровню вновь разрабатываемого или усовершенствуемого наукоемкого и высокотехнологичного технического объекта ($n + 1$)-го поколения, и на их основе формулируется проблема инженерной разработки инновационного транспортного объекта. Техническое противоречие любой природы (стоимостной, экологической, дизайнерской и т.п.) обусловлено закономерностью эволюционного прогрессивного развития технических объектов. Согласно этой закономерности любой технический объект имеет свой жизненный цикл [1, 2]. Жизненный цикл технического объекта условно расчленяется на четыре характерных этапа:

- этап адаптации и медленного наращивания качественных показателей;

- этап прогрессивного развития и быстрого возрастания качественных показателей до предельно возможного уровня;

– этап рутинной эксплуатации технического объекта в течение ряда лет;

– этап старения, стагнации, регресса, уменьшения, а затем резкого падения его качественных показателей, что порождает необходимость кардинального усовершенствования существующего технического объекта и воссоздание на его основе технического объекта ($n + 1$)-го поколения.

Критерии развития технических объектов могут быть монопараметрическими в случае, когда его конкурентоспособность определяется всего лишь его одним каким-то параметром (например, стоимостью), и многопараметрическими, когда они представляют собой интегральную совокупность ряда важнейших свойств и параметров технического объекта (например, стоимость объекта, удельный расход электроэнергии на изготовление одного объекта, его массо-габариты). Когда технический объект n -го поколения на последнем этапе своего жизненного цикла по известной или пока не установленной причине теряет свою конкурентоспособность и потребительский спрос, то это означает, что его численный показатель, критерий развития, установленный несколько лет назад на момент создания технического объекта n -го поколения, оказался существенно меньшим, чем тот, которого требует от него современный потребительский рынок. Исходя из этого, сущность возникшего технического противоречия состоит в несоответствии возросших требований уровню развития технических объектов рассматриваемого класса качественным характеристикам ранее принятому уровню развития технического объекта n -го поколения. Таким образом, возникает проблема устранения этого технического противоречия за счет разработки или создания нового или усовершенствованного инновационного наукоемкого и высокотехнологичного технического объекта ($n + 1$)-го поколения, обладающего более высоким уровнем критерия качества и, соответственно, конкурентоспособностью на мировом рынке товаров. В инженерной и изобретательской практике для выявления так называемых «узких мест» технических объектов n -го поколения или, другими словами, выявления тех элементов, деталей или узлов технического объекта, из-за которых он за период времени своего жизненного цикла утратил свою конкурентоспособность, и потребительский спрос на мировом рынке товаров используются методики функционально-стоимостного или функционально-ресурсного анализа. При использовании этих методов сложный технический объект становится объектом

с иерархической структурой. Третий содержательно-деятельностный компонент готовности студента транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности трактуется как умение использовать методы функционально-стоимостного и функционально-ресурсного анализа аналогов и прототипов разрабатываемых инновационных транспортных объектов для выявления конструкторско-технологических элементов, требующих замены или кардинального усовершенствования для создания на его основе инновационного наукоемкого и конкурентоспособного на мировом рынке товаров технического объекта ($n + 1$)-го поколения. Функционально-ресурсный анализ проводится в два последовательно и преемственно реализуемых этапа: первый этап – функциональный анализ технического объекта – аналога n -го поколения, второй этап – ресурсный анализ технического объекта на качественном экспертном уровне. На первом этапе анализа, прежде всего, определяется и формулируется основная локальная функция каждого из расчлененных элементов технического объекта. Затем, с использованием экспертных оценок, выявляется степень участия и влияния локальных функций на успешность выполнения главной функции технического объекта. Затем с того фактора рассчитывается функциональная нагрузка каждого из элементов технического объекта. Элементы технического объекта, по которым были получены наименьшие численные значения ресурса конкурентоспособности, являются «узким местом», проблемными элементами, вызвавшими проблему, или его полной замены другим элементом, или кардинального усовершенствования и создания на его основе технического объекта ($n + 1$)-го поколения. Здесь уместно отметить, что в практической инженерной деятельности разработчикам инновационных наукоемких высокотехнологичных технических объектов во многих случаях известны «узкие места» технических объектов n -го поколения и проблемные элементы, из-за которых они утратили свою конкурентоспособность и потребительский спрос на мировом рынке товаров. Однако их предположение можно считать всего лишь инженерной гипотезой. В этом случае проведенный функционально-ресурсный анализ можно рассматривать и трактовать не как выявление «узкого места», проблемных элементов технического объекта, а как научно обоснованное подтверждение гипотезы. После научно обоснованного выявления элемента технического объекта-аналога n -го поколения, из-за которого была утрачена его конкурен-

тоспособность на мировом рынке товаров, возникает очередная инженерная задача: найти новое, инновационное конструкторско-технологическое, рациональное и оптимальное (по принятым критериям развития) решение, либо по его полной замене, либо по кардинальному усовершенствованию, которое обеспечивает усовершенствованному техническому объекту ($n + 1$)-го поколения высокую конкурентоспособность на мировом рынке товаров [1].

Четвертый содержательно-деятельностный компонент готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности определяется как умение использовать типовые эвристические приемы и списки контрольных вопросов для поиска новых идей и рациональных проектно-конструкторских решений по проектированию и созданию инновационных наукоемких и конкурентоспособных транспортных технических объектов. Для выбора стратегии решения такой инженерной задачи в условиях неопределенности инженеру-разработчику необходимо уметь находить и генерировать идеи. В фундаментальной научной и учебной литературе содержится большое число методов поиска новых идей по рациональным конструкторско-технологическим решениям [2–5]. Совокупность этих методов поиска идей условно подразделяется на три группы: интуитивные (метод проб и ошибок), эвристические (типовые эвристические приемы, списки контрольных вопросов, метод мозгового штурма, синектика, работа в ролевых группах, конференция идей, метод морфологического синтеза-анализа и др.) и алгоритмические, основанные на использовании компьютерных специализированных программ. Из всех вышеперечисленных методов поиска новых идей менее трудоемким и достаточным для подготовки студентов к инновационной профессиональной деятельности мы считаем метод типовых эвристических приемов, широко используемый в инженерной и изобретательской практике [6]. Типовые эвристические приемы были разработаны и сформулированы на основе изучения и обобщения опыта ученых, инженеров и профессиональных изобретателей десятков тысяч патентов всех стран мира, отраженного в формулах изобретений. Так, например, список типовых эвристических приемов поиска идей, разработанный Г.С. Альтшуллером [3], состоящий из 42 наименований, был составлен на основе изучения 30 тысяч российских и зарубежных патентов.

Типовые эвристические приемы, так же как и другие эвристические методы, не дают

конкретного и однозначного решения проблемы, а указывают лишь траекторию пути к решению. Так, одно из наименований типовых приемов указывает на необходимость преобразования габаритов, формы или структуры проблемного элемента технического объекта (объединение, дробление, использование гибких конструкций, использование сфероидальной формы и т.п.), другие эвристические приемы устремляют мысль разработчика на использование нетрадиционных материалов, из которых будут изготовлены элементы инновационного технического объекта (использование композитов, замена металла пластиком, использование наноматериалов), третьи говорят о целесообразности энергоносителей и энергопотребителей технического объекта (замена одних двигателей другими разнородной физической природы, использование альтернативных возобновляемых источников энергии и т.п.), четвертые – указывают на целесообразность преобразования информационных систем управления техническим объектом (введение жестких и гибких обратных связей, введение векторного управления объектами и т.п.).

С целью снижения трудоемкости и времени на поиск идей с использованием типовых эвристических приемов Г.С. Альтшуллером была разработана двумерная морфологическая матрица, позволяющая отобрать из полного списка типовых эвристических приемов всего лишь 2–3 приема, наиболее имманентных рассматриваемой проблеме. На вертикальной оси этой матрицы наиболее существенные факторы, за счет преобразования которых предполагается устранить существующие технические противоречия и решить проблему. По горизонтальной же оси матрицы перечислены факторы, которые будут недопустимо ухудшаться, если конструкторско-технологическая задача будет решаться традиционными методами. И тогда разработчик, принимая в контексте рассматриваемой проблемы оба фактора, в клеточке матрицы, находящейся на пересечении соответствующих вертикальной и горизонтальной колонок, находит наименование 2–3 типов их эвристических приемов, наиболее имманентно подсказывающих идею решения проблемы [3].

Пятый содержательно-деятельностный компонент готовности студента транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности представляется как его умение быть модератором или активным участником группового поиска новых идей и рациональных конструкторско-технологических решений с использованием методов мозгового штурма.

Метод мозгового штурма отражает экстремальную, напряженную и быстротечную психологическую и интеллектуальную деятельность участников, крайне заинтересованных в его успешности. И действительно, хорошо организованная и управляемая модератором группа в количестве 10–15 человек в течение 30 минут сеанса мозгового штурма генерирует число идей в 3–4 раза больше численности идей, если бы они генерировались этими же участниками изолированно друг от друга [3, 5]. Метод мозгового штурма развивается и имеет ряд модификаций: метод прямого мозгового штурма, метод двойного мозгового штурма, метод обратного мозгового штурма и др. [3]. Для подготовки студентов к инновационной профессиональной деятельности достаточно освоить наиболее простой и универсальный метод прямого мозгового штурма. Сеанс мозгового штурма проводится в два существенно отличающихся друг от друга этапа: 1-й этап – групповое генерирование идей; 2-й этап – коллективное обсуждение и глубокий анализ.

Шестой содержательно-деятельностный компонент готовности студента транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности отражает его умение использовать методы морфологического синтеза-анализа для нахождения оптимальных решений по массо-габаритам и форме деталей и узлов разрабатываемого инновационного технического объекта, видов их сочленения и материалам для изготовления. После того как разработчик сложного инновационного технического объекта ($n + 1$)-го поколения на основе научно обоснованной идеи выбрал оптимальный вариант конструкторско-технологического проблемного элемента, детали или узла технического объекта, в самом общем виде (на уровне эскизного проекта). Настал черед обоснованного выбора и конкуренции (на уровне рабочего проекта либо готовых комплектов узлов и деталей будущего инновационного технического объекта, либо в их отсутствии выбора габаритов, формы, способов взаимного соединения элементов, деталей, узлов, а также материалов, из которых они будут изготовлены). Такие задачи в инженерной и изобретательской практике, как правило, решаются с использованием эвристического метода морфологического синтеза-анализа. Работа с морфологической матрицей, содержащей огромное число вариантов возможных конструктивно-технологических исполнений разрабатываемого технического объекта, производит сильное психологическое воздействие на ее пользователя и выводит его размышления за гра-

ницы очевидных традиционных решений. Путем перебора неограниченного числа вариантов конструкторско-технологических признаков проблемного элемента технического объекта выбирается из всего множества 2–3 варианта, которые по предварительным оценкам смогут прогнозировать критерий развития и обеспечить разрабатываемому техническому объекту конкурентоспособность на рынке товаров. Затем эти отобранные варианты подвергаются сравнительному /сравнительно-сопоставительному многокритериальному анализу с учетом всех параметров; признаков технического объекта и к исполнению в рабочем проекте принимается такой конструктивно-технологический вариант, при котором имеет место максимальная величина критерия развития при минимуме же ресурсных издержек [1].

Седьмой содержательно-деятельностный компонент готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности мы определяем как их умение составлять заявки на получение патентов на изобретения и полезные модели. Созданные и апробированные инновационные конструкторско-технологические объекты приобретают статус объектов интеллектуальной собственности лишь при условии их признания и получения официальных государственных документов об их правовой защите (патент, свидетельство) [7]. С этой целью разработчики инновационных технических устройств и технологий разрабатывают заявки и пакет сопутствующих документов на получение патента на изобретение / полезную модель / промышленный образец. Отсюда следует, что студенты транспортного вуза, подготовленные к инновационной профессиональной деятельности, должны знать правила и владеть умениями составления заявок на получение патентов на изобретение, полезные модели, промышленный образец, а также на получение свидетельств на компьютерные программы и базы данных для ЭВМ. Многие студенты выполняют свои курсовые и в особенности дипломные проекты, практико-ориентированные научно-исследовательские работы, содержащие признаки новизны, производственной полезности и изобретательского уровня, соответствующие критериям их признания изобретениями или полезными моделями. Результат такой творческой интеллектуальной деятельности порождает необходимость составления и оформления заявок на получение патентов на предполагаемые изобретения. Объекты интеллектуальной собственности создаются не только профессиональными инженерами транспортных

предприятий, но и студентами транспортных вузов в процессе освоения прикладной информатики и информационных технологий, выполнения курсовых и дипломных проектов, практико-ориентированных научно-исследовательских работ. Некоторые из выполненных студентами компьютерных программ и баз данных для ЭВМ, после одобрения экспертами-преподавателями кафедр и патентоведом университета патентного отдела могут быть оформлены и отправлены на регистрацию и получение авторских свидетельств в Российское агентство по охране интеллектуальной собственности [7].

Последний, восьмой содержательно-деятельностный компонент готовности студента транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности трактуется нами как его умение составлять и оформлять отчеты, аргументированные и эффективные презентации по инновационным инжиниринговым и реинжиниринговым разработкам. Целесообразность и необходимость освоения студентами умений составлять и оформлять отчеты и презентации по выполненным инновационным наукоемким и высокотехнологичным конструкторско-технологическим разработкам более чем очевидна и не нуждается, на наш взгляд, в особой аргументации. Понятно, что полно, четко, лаконично и доступно изложенные тексты отчетов и презентаций, составленные с соблюдением норм и правил филологической культуры и эстетики, во многом определяют эффективность и эмоциональность их восприятия заинтересованных читателей и слушателей, оказывают позитивное влияние на принятие решения о промышленном производстве инновационного технического объекта ($n + 1$)-го поколения и уровня прогнозируемого спроса на мировом рынке товаров данного класса. Причем ценен не только результат формирования умений составления и оформления отчетов и презентаций, но и сам процесс, в ходе которого у студентов опосредованно развиваются и формируются такие важные профессионально значимые качества, как аккуратность, ответственность, нацеленность на результат.

Разработанная выше совокупность содержательно-деятельностных компонентов

опосредованно отражает целостное представление о готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности, и при этом каждый из компонентов имеет свое предназначение, локальную значимость и практическую ценность.

Выводы

1. Представлено авторское определение понятия готовности студентов транспортного вуза к инновационной профессиональной деятельности.

2. Практическая ценность разработанных содержательно-деятельностных компонентов состоит в том, что они являются базовым основанием создания критериально-диагностического аппарата в качестве индикаторов достижения сформированности готовности студентов к инновационной профессиональной деятельности.

3. Выявлена логико-диалектическая закономерность преемственной последовательности выполнения психодидактических операций и процедур процесса подготовки студентов к инновационной профессиональной деятельности начиная с зарождения идеи инновации и заканчивая ее практической реализацией.

Список литературы

1. Михелькевич В.Н., Радомский В.М. Формирование у студентов технических вузов умений продвижения продуктов инновационной деятельности на рынок интеллектуальной собственности // Самарский научный вестник. 2014. № 2 (7). С. 74–77.
2. Казаков Ю.В. Защита интеллектуальной собственности. М.: Мастерство, 2002. 176 с.
3. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. М.: Альпина Паблишер, 2020. 402 с.
4. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учебное пособие. М.: Лана, 2014. 362 с.
5. Шрагина Л., Меерович М. Технология творческого мышления. М.: Альпина Паблишер, 2019. 495 с.
6. Овчинникова Л.П., Чугунова С.В. Использование Сократовского диалогового вопросно-развивающего метода при подготовке студентов к инновационной профессиональной деятельности // Наука и культура России. 2019. Т. 1. С. 273–275.
7. Постановление Правительства РФ от 21 марта 2012 г. № 218 «О Федеральной службе по интеллектуальной собственности» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70152984> (дата обращения: 15.05.2020).