

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала

top-technologies.ru/ru

Правила для авторов:

top-technologies.ru/ru/rules/index

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПА037

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

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

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

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

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

Подписано в печать – 31.05.2021

Дата выхода номера – 30.06.2021

Формат 60×90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка

Байгузова Л.М.

Корректор

Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 31,13

Тираж 1000 экз.

Заказ СНТ 2021/5

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

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ <i>Абрамов Н.С., Шишкин О.Г.</i>	9
МОДЕЛЬ И МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ЭТАПЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Антонов А.В.</i>	14
ОБРАБОТКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ ЭКЗОСКЕЛЕТОМ НОГ <i>Баталов А.В., Веселов О.В.</i>	23
ОБОБЩЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЦЕНКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ПЛАВНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ <i>Боровлев А.О., Козлов В.Г., Никитин В.В., Брюховецкий А.Н., Болтнев Д.Е.</i>	28
ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ МАРШРУТОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ <i>Габдулхаков А.А., Завалищин Д.С.</i>	33
РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ КОАЛИЦИЙ АГЕНТОВ <i>Горященко А.С.</i>	39
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ МОЩНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ (ФЭС) НА БАЗЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С УЧЕТОМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ <i>Динь В.Т., Юрченко А.В., Данг Т.Ф.Т., Нгуен Д.К.</i>	45
МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВИРТУАЛЬНОГО АДАПТАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА <i>Дюпин В.Н.</i>	51
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ MATLAB SIMULINK STATEFLOW ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОНОМНОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА <i>Кузнецов С.Г., Клебанов Б.И.</i>	57
ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Левенцов В.А., Левенцов А.Н.</i>	63
МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ «ПРОЦЕССОР – ПАМЯТЬ» НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ <i>Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С.</i>	68
МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ <i>Местников А.Е.</i>	75
ПРОГРАММНЫЙ АЛГОРИТМ АППРОКСИМАЦИИ СЛОЖНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ЗВЕНА АПЕРИОДИЧЕСКИМ ЗВЕНОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ <i>Пиотровский Д.Л., Куколев А.А., Подгорный С.А.</i>	81

ДИНАМИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЛИГОПОЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ	
<i>Салахутдинов Э.Р., Хту Кхант Аунг, Ижуткин В.С.</i>	88
ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ПИРАМИДАМИ ВИДИМОСТИ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТОВ	
<i>Фраленко В.П., Хачумов В.М., Хачумов М.В.</i>	94
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ	
<i>Штырова И.А., Виштак Н.М., Токарев А.Н., Карпова А.В.</i>	102
ИНТЕГРАЦИЯ, ХРАНЕНИЕ И ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ МАССИВОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ	
<i>Ямашкин С.А., Ямашкин А.А.</i>	108

Геолого-минералогические науки (05.13.18)

СТАТЬИ

КИНЕТИКА ФТОРИДНО-АММОНИЕВОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ УГЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ	
<i>Пушкин А.А., Римкевич В.С., Гиренко И.В.</i>	114

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

СТАТЬИ

ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА	
<i>Баркунова О.В., Седова С.С., Смирнова О.А.</i>	124
ЛЕКСИКО-ГРАММАТИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	
<i>Бганцева И.В., Пахарукова В.А., Йованович Т.Г.</i>	129
ПРОБЛЕМЫ И ТРУДНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ» (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)	
<i>Болтонова А.Б.</i>	136
РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ МАРКЕТИНГОВОГО ПОДХОДА	
<i>Болтовский А.Ю., Попова Н.В., Вальнкин Р.О., Шеенко Е.И.</i>	142
ВОЛОНТЕРСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗЕ	
<i>Винья-Тальянти Я., Есмурзаева Ж.Б., Демидова О.В., Куламихина И.В., Абросимова Е.А.</i>	148
ПРОФИЛАКТИКА САМОРАЗРУШИТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ	
<i>Вайткене О.В.</i>	153
СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩЕГО ВРАЧА КАК ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ	
<i>Всеволодова А.Х.</i>	158
РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «FLIPPED CLASSROOM» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ВУЗА	
<i>Груздева М.Л., Ткачева М.А., Булганина А.Е.</i>	165

<hr/>	
ДИНАМИКА СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ СПОРТСМЕНОК 6–10 ЛЕТ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ	
<i>Гусева Е.В.</i>	170
ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕПРЕРЫВНОМ ИНОЯЗЫЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ	
<i>Исаева О.Н., Сомова С.В.</i>	175
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В УСЛОВИЯХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	
<i>Левандровская Н.В., Хамула Л.А.</i>	180
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОШСКОГО ГОРОДСКОГО ДЕНДРОПАРКА «ТАБИЯТ-ОШ» В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НРАВСТВЕННОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ	
<i>Молдалиев Ж.Т., Жунусалиева Э.Ж., Кадырова А.Д.</i>	186
ЗАДАЧИ С ПАРАМЕТРАМИ – КЛЮЧ К ФОРМИРОВАНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ	
<i>Морозов А.В.</i>	191
ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПЕДАГОГОВ В УСЛОВИЯХ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ	
<i>Пак С.Н., Нуркулова М.Р., Нуркулова Э.Р.</i>	198
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ДОСУГА СОВРЕМЕННЫХ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ	
<i>Сафарова Н.А., Мамедова Л.В.</i>	204
АНОМАЛИИ В СУДЕЙСТВЕ В ФИНАЛЕ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ТАНЦЕВАЛЬНОМУ СПОРТУ ПРИ НАЛИЧИИ НА ПАРКЕТЕ «СВОИХ ПАР»	
<i>Сингина Н.Ф.</i>	209
К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	
<i>Стручкова Ю.В., Корякина Т.Г.</i>	215
КОНТЕКСТНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ ШКОЛЬНИКОВ	
<i>Таирова Д.Р., Потапкин Е.Н.</i>	221
БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИКИ УПРАЖНЕНИЯ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК ДВУХ ГИРЬ ПО ДЛИННОМУ ЦИКЛУ»	
<i>Тихонов В.Ф.</i>	226
РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Хвостов В.А., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Высоцкая И.А., Савченко И.И., Сапелкин Р.С.</i>	232
ОБЗОРЫ	
ЛЕНИН В.И. О ШКОЛЕ И СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ОБРАЗОВАНИЯ (К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	
<i>Аманбаева Л.И., Голиков А.И.</i>	237
ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ПЕДАГОГИКИ ТОЛЕРАНТНОСТИ	
<i>Болдырева В.Э.</i>	244

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

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DATA COMPRESSION METHODS OF REMOTE EARTH SENSING <i>Abramov N.S., Shishkin O.G.</i>	9
MODEL AND METHOD OF FORMING AN OPTIMAL STRATEGY FOR MAINTAINING PRODUCT QUALITY AT THE STAGE OF APPLICATIONS AND OPERATIONS <i>Antonov A.V.</i>	14
PROCESSING OF BIOELECTRIC SIGNALS FOR CONTROL OF THE ACTIVE EXOSKELETON OF THE LEGS <i>Batalov A.V., Veselov O.V.</i>	23
SUMMARY OF STUDIES ON THE ASSESSMENT OF VISUAL SMOOTHNESS OF LOGGING ROADS <i>Borovlev A.O., Kozlov V.G., Nikitin V.V., Bryukhovetskiy A.N., Boltnev D.E.</i>	28
DYNAMIC OPTIMIZATION OF COMPLEX ROUTES IN TRANSPORT LOGISTICS <i>Gabdulkhakov A.A., Zavalischin D.S.</i>	33
SOLVING DYNAMIC DISTRIBUTION PROBLEM BASED ON COALITIONS OF AGENTS <i>Goryaschenko A.S.</i>	39
POWER FORECASTING OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS BASED ON MACHINE LEARNING USING METEOROLOGICAL PARAMETERS IN SIBERIA AND THE RUSSIAN FAR EAST <i>Dinh V.T., Yurchenko A.V., Dang T.P.T., Nguyen D.K.</i>	45
METHOD FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS OF THE VIRTUAL ADAPTATION SPACE <i>Dyupin V.N.</i>	51
USING MATLAB SIMULINK STATEFLOW TOOLS TO CREATE AN AUTONOMOUS INTELLIGENT AGENT MODEL <i>Kuznetsov S.G., Klebanov B.I.</i>	57
STUDY OF ALUMINUM ALLOY ROLLING OIL ANTIFRICTION PROPERTIES BY ULTIMATE REDUCTION METHOD <i>Leventsov V.A., Leventsov A.N.</i>	63
METHOD OF MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESSOR-MEMORY SUBSYSTEM BASED ON QUEUING SYSTEMS WITH RELATIVE PRIORITIES <i>Martyshkin A.I., Martens-Atyushev D.S.</i>	68
EVALUATION OF THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF THERMAL INSULATION MATERIALS IN CRYOLITHOZONE MINE WORKINGS <i>Mestnikov A.E.</i>	75
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION METHOD SOFTWARE ALGORITHM FOR COMPLEX CONTROL SYSTEM DYNAMIC LINK APPROXIMATION WITH SECOND ORDER APERIODIC LINK <i>Piotrovskiy D.L., Kukolev A.A., Podgornyy S.A.</i>	81
DYNAMIC COMPUTER MODEL QUANTITATIVE OLIGOPOLISTIC COMPETITION <i>Salakhutdinov E.R., Htoo Khant Aung, Izhutkin V.S.</i>	88

MEASURING DISTANCES BETWEEN VISIBILITY PYRAMIDS BASED ON INVARIANTS <i>Fralenko V.P., Khachumov V.M., Khachumov M.V.</i>	94
SIMULATION OF THE SOFTWARE MODULE FOR FORMATION OF TECHNOLOGICAL MAPS <i>Shtyrova I.A., Vishtak N.M., Tokarev A.N., Karpova A.V.</i>	102
INTEGRATION, STORAGE AND PROCESSING OF LARGE ARRAYS OF SPATIO-TEMPORAL INFORMATION IN DIGITAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE <i>Yamashkin S.A., Yamashkin A.A.</i>	108

Geological and mineralogical sciences (05.13.18)

ARTICLES

KINETICS OF FLUORIDE-AMMONIUM PROCESSING OF ERKOVETSKOYE DEPOSIT COAL ASH OF UPER AMUR REGION <i>Pushkin A.A., Rimkevich V.S., Girenko I.V.</i>	114
---	-----

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

ARTICLES

FORMATION OF SOCIALLY RESPONSIBLE BEHAVIOR OF UNIVERSITY STUDENTS <i>Barkunova O.V., Sedova S.S., Smirnova O.A.</i>	124
LEXICAL AND GRAMMATICAL MAPPING IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONALLY ORIENTED ENGINEERING STUDENTS' COMMUNICATIVE COMPETENCE <i>Bgantseva I.V., Pakharukova V.A., Yovanovich T.G.</i>	129
PROBLEMS AND DIFFICULTIES FOR TEACHING FOREIGN STUDENTS THE ACADEMIC DISCIPLINE «NATIONAL HISTORY» (ON THE EXAMPLE OF TEACHING IN MEDICAL UNIVERSITIES OF THE KYRGYZ REPUBLIC) <i>Bolponova A.B.</i>	136
RESULTS OF PHYSICAL EDUCATION OF UNIVERSITY STUDENTS BASED ON THE MARKETING APPROACH <i>Boltovskiy A.Yu., Popova N.V., Valynkin R.O., Sheenko E.I.</i>	142
VOLUNTEERISM AS AN ELEMENT OF EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS <i>Vigna-Taglianti J., Esmurzaeva Zh.B., Demidova O.V., Kulamikhina I.V., Abrosimova E.A.</i>	148
PREVENTION OF SELF-DESTRUCTIVE BEHAVIOR OF ADOLESCENTS: RESULTS AND PROBLEMS <i>Vaytkene O.V.</i>	153
SUBSTANTIVE ASPECTS OF FUTURE DOCTOR'S PROFESSIONALLY-ORIENTED COMMUNICATIVE COMPETENCE AS A GOAL OF ENGLISH LANGUAGE TEACHING IN A MEDICAL SCHOOL <i>Vsevolodova A.Kh.</i>	158
RESULTS OF INTRODUCTION OF THE FLIPPED CLASSROOM TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY <i>Gruzdeva M.L., Tkacheva M.A., Bulganina A.E.</i>	165
DYNAMICS OF STATIC BALANCE OF FEMALE ATHLETES AGED 6–10 IN RHYTHMIC GYMNASTICS <i>Guseva E.V.</i>	170

DISTANCE TECHNOLOGIES IN CONTINUOUS FOREIGN LANGUAGE EDUCATION <i>Isaeva O.N., Somova S.V.</i>	175
EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PERSONALIZED LEARNING TECHNOLOGIES OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING WITHIN THE CONDITIONS OF A PEDAGOGICAL EXPERIMENT <i>Levandrovskaya N.V., Khamula L.A.</i>	180
USE OF THE OSH CITY DENDROPARK «TABIYAT-OSH» IN FORMATION OF ENVIRONMENTAL MORALITY IN THE EDUCATIONAL SPHERE <i>Moldaliev Zh.T., Zhunusalieva E.Zh., Kadyrova A.D.</i>	186
ASKS WITH PARAMETERS-THE KEY TO THE FORMATION RESEARCH COMPETENCIES <i>Morozov A.V.</i>	191
PROBLEMS OF PROFESSIONAL BURN OUT OF TEACHERS IN ONLINE LEARNING <i>Pak S.N., Nurkulova M.R., Nurkulova E.R.</i>	198
THEORY AND PRACTICE OF LEISURE ORGANIZATION OF MODERN YOUNGER PUPILS <i>Safarova N.A., Mamedova L.V.</i>	204
ANOMALIES IN JUDGING IN THE FINAL OF DANCE SPORT COMPETITIONS AT THE PRESENCE OF «OWN PAIRS» <i>Singina N.F.</i>	209
ON THE PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF LEARNING MOTIVATION STUDENTS ON THE FIRST COURSE IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING <i>Struchkova Yu.V., Koryakina T.G.</i>	215
CONTEXTUAL BIOLOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING A HEALTHY LIFESTYLE OF SCHOOLCHILDREN <i>Tairova D.R., Potapkin E.N.</i>	221
BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE CRITERIA FOR THE TECHNIQUE OF THE KETTLEBELL LIFTS «JERK OF TWO KETTLEBELLS ON A LONG CYCLE» <i>Tikhonov V.F.</i>	226
REALIZATION AND REMOTE EDUCATIONAL SERVICES USING MOBILE TECHNOLOGIES <i>Khvostov V.A., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Vysotskaya I.A., Savchenko I.I., Sapelkin R.S.</i>	232
REVIEWS	
LENIN V.I. ABOUT SCHOOL AND MODERN STRATEGIES OF EDUCATION (FOR THE 150TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH) <i>Amanbaeva L.I., Golikov A.I.</i>	237
INCLUSIVE EDUCATION IN THE CONTEXT OF TOLERANCE PEDAGOGY <i>Boldyreva V.E.</i>	244

СТАТЬИ

УДК 004.042

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Абрамов Н.С., Шишкин О.Г.

*ФГБУН Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук,
Веськово, e-mail: psi@botik.ru*

В системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) непрерывный рост размера данных усложняет обработку информации, из-за этого возникает проблема процесса ускорения, которая решается улучшением способов компрессии информации. Для задач изучения Земли из космоса составляет интерес компрессии информации с небольшими потерями или без потерь. Основываясь на обзор по сжатию существует множество методов, схем или алгоритмов сжатия, в которых присутствуют свои недоработки или достоинства. В связи с системным ростом данных ДЗЗ, в том числе проблема хранения информации задача компрессии, на сегодняшний день, является актуальной. Решение данной проблемы с помощью методов сжатия обеспечивает: повышение эффективности управления сложными техническими системами за счет оперативного получения важной информации из сжатых данных; уменьшение больших потоков цифровых данных; повышение памяти выходных устройств записи информации; повышение полосы пропускания канала. В статье проведен аналитический обзор работ по компрессии информации для систем ДЗЗ. Представлены метод и результаты сжатия мультиспектральных изображений с использованием архиватора PAQ для повышения пропускной способности в системах дистанционного зондирования Земли.

Ключевые слова: PAQ, сжатие информации, дистанционное зондирование Земли, мультиспектральные снимки

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DATA COMPRESSION
METHODS OF REMOTE EARTH SENSING**

Abramov N.S., Shishkin O.G.

*Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy of Sciences,
Veskovo, e-mail: psi@botik.ru*

In Earth remote sensing systems (ERS), the continuous growth of the data size complicates the processing of information, because of this, the problem of the acceleration process arises, which is solved by improving the methods of information compression. For the tasks of studying the Earth from space, it is of interest to compress information with little or no loss. Based on the review on compression, there are many compression methods, schemes or algorithms that have their own drawbacks or advantages. In connection with the systemic growth of remote sensing data, including the problem of storing information, the task of compressing, today, is urgent. The solution to this problem with the help of compression methods provides: increasing the efficiency of managing complex technical systems due to the prompt receipt of important information from compressed data; reduction of large streams of digital data; increasing the memory of the output devices for recording information; increasing the channel bandwidth. The article provides an analytical review of work on data compression for remote sensing systems. The method and results of compression of multispectral images using the PAQ archiver to increase the throughput in Earth remote sensing systems are presented.

Keywords: PAQ, information compression, Earth remote sensing, multispectral imagery

В системах ДЗЗ постоянный рост объема информации затрудняет обработку данных, при которых появляется сложность процесса ускорения, которая решается усовершенствованием методов сжатия данных. Решение данной проблемы с помощью методов сжатия обеспечивает: повышение эффективности управления сложными техническими системами за счет оперативного получения важной информации из сжатых данных; уменьшение больших потоков цифровых данных; повышение памяти выходных устройств записи информации; повышение полосы пропускания канала.

Актуальность задачи компрессии связана с корректным хранением информации ДЗЗ, особенно растровые изображения используют существенный размер памяти.

Важность проблемы сжатия в том числе связана с проблемой корректного хране-

ния данных дистанционного зондирования, поскольку графические данные, особенно файлы растровых изображений, занимают значительный объем памяти. Решение данной проблемы с помощью методов сжатия обеспечивает: повышение эффективности управления сложными техническими системами за счет оперативного получения важной информации из сжатых данных; уменьшение больших потоков цифровых данных; повышение памяти выходных устройств записи информации; повышение полосы пропускания канала. В статье проведен аналитический обзор работ по компрессии информации для систем ДЗЗ.

Цель исследования: проведение аналитического обзора работ по сжатию данных для систем ДЗЗ. Тестирование метода сжатия мультиспектральных изображений с использованием архиватора PAQ с целью

повышения эффективности их передачи, хранения и дальнейшего анализа.

Материалы и методы исследования

1. Методы сжатия данных ДЗЗ

Достаточно много имеется разных типов алгоритмов компрессии или декомпрессии с разными характеристиками, которые используются в различных областях. Анализ существующих методов показал, что аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) активно используется для решения задач сжатия целевых данных ДЗЗ. Рассмотрим некоторые работы в этой области. В статье [1] представлена технология сжатия многоспектральных космических снимков. Рассмотрена возможность применения преобразования главных компонент для декорреляции массива многоспектральных данных. Предложен алгоритм сжатия главных компонент методом Хаффмана с использованием масштабных коэффициентов.

В статье [2] предлагаются алгоритмы для сжатия изображений без потерь и с потерями, в том числе учитывающие вероятность повторения значений пикселей и, таким образом, обеспечивающие увеличение степени сжатия. Авторы используют метод гистограмм и алгоритм RLE, который хоть и не отличается высоким коэффициентом сжатия, но имеет крайне низкую вычислительную сложность. Другой метод сжатия изображений без потерь, требующий минимальных вычислительных ресурсов, предложен авторами статьи [3]. Метод не имеет спектральных преобразований и устраняет статистическую избыточность данных ДЗЗ.

Ежедневно огромное количество информации хранится, обрабатывается и передается в цифровом виде по всему миру. Нейронные сети были быстро разработаны и исследованы как решение задач обработки изображений и контроля исправления ошибок канала. В работе [4] используется глубокая нейронная сеть (DNN) для сжатия серого изображения и отказоустойчивую систему передачи с возможностями коррекции ошибок канала. DNN реализована с помощью алгоритма обучения Левенберга – Маргардта. Экспериментально демонстрируется, что DNN не только обеспечивает более качественные восстановленные изображения, но и менее вычислительная мощность по сравнению с Зональным кодированием DCT, Пороговым кодированием DCT, Set Partitioning in Hierarchical Trees (SPIHT). Предлагается DNN с улучшенной скоростью исправления ошибок канала. Результаты экспериментов указывают на то, что реализованная сеть обеспечивает превосходную способность исправления

ошибок, передавая двоичные изображения через зашумленные каналы с использованием кодирования.

В работе [5] при сжатии изображения с использованием искусственной нейронной сети с прямой связью, обученной с помощью алгоритма обратного распространения вейвлет-преобразования, предлагается сжимать изображения высокого качества. В этом новом подходе прямая связь с тремя скрытыми слоями сеть (FFN) применяется непосредственно как основное сжатие алгоритма компрессии изображений. После обучения с достаточным количеством образцов изображений процесс сжатия будет выполняться на целевом изображении. Веса связи и значения активации каждого нейрона в скрытый слой будут сохранены после обучения. Сжатие достигается за счет использования меньшего количества скрытых нейронов по сравнению с количеством пикселей изображения из-за меньшего количества информации.

В статье [6] предлагается альтернативный подход к сжатию HSI с помощью генеративной нейронной сети (GNN), которая изучает распределение вероятностей реальных данных из случайного скрытого кода. Это достигается путем определения семейства плотностей и нахождения этим семейством и реальным распределением данных. Тогда хорошо обученная нейронная сеть является представлением HSI, а степень сжатия определяется сложностью GNN. Более того, скрытый код можно зашифровать, вставив цифру со случайным распределением, что делает код конфиденциальным. По сравнению с другими алгоритмами, он имеет лучшую производительность при высокой степени сжатия, и есть еще много возможностей для улучшений наряду с быстрым развитием методов глубокого обучения, а степень сжатия определяется сложностью GNN. Экспериментальные примеры представлены, чтобы продемонстрировать потенциал GNN для решения проблем сжатия изображений в области HSI.

Сжатие информации достигается путем обработки более короткого изображения в исходной информации, которое должно содержать аналогичную информацию, но с меньшей длиной иллюстрацией. В статье [7] показано, что нейронные сети являются многообещающим инструментом для сжатия информации, но не для потери данных. Присутствует тенденция смешивать нейронные сети, стандартные методы статистического сжатия, такие как кодирование Хаффмана и арифметическое кодиро-

вание. В работе используются в основном методы, основанные на искусственной нейронной сети, предлагающие новые способы более безопасного сжатия информации в передатчике и декомпрессии в приемнике.

Задача сжатия гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли рассмотрена в работе [8]. Авторы предлагают алгоритм увеличения степени сжатия, что достигается за счет использования формирования вспомогательных данных с высокой избыточностью на основе их байтового представления и учета межканальной корреляции, что, в свою очередь, значительно увеличивает и время обработки снимка.

Для некоторых задач ДЗЗ могут применяться и методы сжатия с потерями. Так, в работе [9] описывается метод на основе многослойного персептрона для компрессии изображений различной конфигурации. Показатели сжатия от количества слоев и количества нейронов в них были показателями при анализе структуры ИНС. Полученный коэффициент сжатия 4.0 достигается при 16 нейронах в скрытом слое ИНС, при этом отмечается, что разработанная нейронная сеть дает меньшие потери при сжатии изображений с низкой резкостью и контрастностью.

Компессию данных на фрагментах любого изображения рассматривают авторы работы [10]. В теории авторы сжимают преобразование с помощью нейросети.

На сегодняшний день не существует программно-инструментального комплекса организации вычислений, обладающего одновременно следующими важнейшими характеристиками:

- кроссплатформенность;
- производительность при ограничениях на количество используемых аппаратных ресурсов.

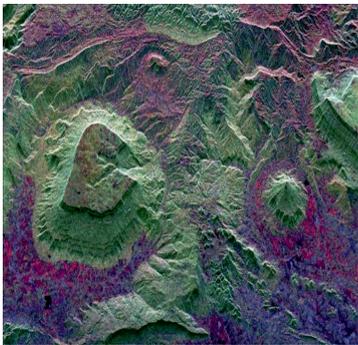
Результаты исследования и их обсуждение

1. Сжатие данных ДЗЗ с помощью RAQ

Архиватор RAQ применялся в качестве метода сжатия данных, который основан на предсказании частичным совпадением (partial match) и контекстном моделировании (context mixing model). RAQ является универсальным алгоритмом для сжатия любых данных. В наших экспериментах использовались снимки ДЗЗ.

Фрагменты результатов сжатия с помощью RAQ представлены в таблице. Сжатие производилось на персональном компьютере (процессор Intel Core i3-8300).

Фрагменты результатов сжатия данных ДЗЗ

Входные данные ДЗЗ	Время обработки (с)	Результаты сжатия
 <p>ВМР – 34,7 Мб, 4001x3032 пикселей</p>	60,6	ВМР – 16,8 Мб
 <p>ВМР – 6,17 Мб, 1800x1200 пикселей</p>	16,3	ВМР – 2,7 Мб

Окончание таблицы		
Входные данные ДЗЗ	Время обработки (с)	Результаты сжатия
 BMP – 4,11 Мб, 1200x1200 пикселей	11,3	BMP – 1,7 Мб
 BMP – 14,6 Мб, 2493x2048 пикселей	32,4	BMP – 4,2 Мб
 BMP – 11,9 Мб, 2200x1900 пикселей	28,9	BMP – 3,5 Мб
 BMP – 9,9 Мб, 2055x1684 пикселей	25,4	BMP – 2,9 Мб

Эксперименты показали, что RAQ может сжимать без потерь снимки ДЗЗ с коэффициентом сжатия в диапазоне 2.06-3.47 (зависит от исходного изображения).

Заключение

Исследованы алгоритмы сжатия больших потоков целевых данных для увеличения эффективности их передачи, хранения и дальнейшего анализа, показывающие, что в сегодняшнее время не существует программно-инструментального комплекса организации вычислений, обладающего одновременно такими важнейшими характеристиками, как кроссплатформенность и производительность при ограничениях на количество используемых аппаратных ресурсов.

Предложен метод сжатия ДЗЗ без потерь на основе архиватора RAQ. Проведенные эксперименты показали способность данного метода сжимать снимки ДЗЗ с коэффициентом сжатия 3.47. Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение можно интегрировать в наземные и бортовые системы летательных аппаратов для повышения эксплуатационных характеристик.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности» (проект «Разработка и исследование методов и технологии высокопроизводительного сжатия целевой информации, передаваемой по каналам космической связи в интересах национальной безопасности Российской Федерации») и проекта РФФИ № 18-29-03011-мк «Исследование и разработка новых методов и технологий для задач интеллектуального анализа и оптимизации обработки больших

потоков данных дистанционного зондирования Земли».

Список литературы

1. Дудин Е.А., Карин С.А., Григорьев А.Н. Сжатие многоспектральных данных дистанционного зондирования Земли с использованием метода главных компонент // Информатика и космос. 2014. № 4. С. 77–81.
2. Аль-Бахдили Х.К., Цветков В.Ю., Конопелько В.К. Сжатие изображений дистанционного зондирования Земли на основе вероятностного кодирования длин серий пикселей // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2017. № 1. С. 65–70.
3. Петров Е.П., Харина Н.Л., Сухих П.Н. Метод сжатия изображений в системах ДЗЗ без потерь // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева. 2016. Т. 15. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://jmla.org/papers/doc/2015/no12/Petrov2015Compression.pdf> (дата обращения: 22.03.2021).
4. Yijing Z., Watkinsa, Mohammad R. Sayeha. Image Data Compression and Noisy Channel Error Correction Using Deep Neural Network – Procedia Computer Science 95 (2016) 145–152. [Electronic resource]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/82785581.pdf> (date of access: 22.03.2021).
5. Shukla S., Srivastava A. Compression of medical images using feed-forward neural network with LWT. International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR). 2018. С. 34–37. [Electronic resource]. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/264825-compression-of-medical-images-using-feed-3d0e44ef.pdf> (date of access: 22.03.2021).
6. Deng C., Cen Yi, Zhang L.L. Learning-Based Hyperspectral Imagery Compression through Generative Neural Networks. Remote Sens. 2020. DOI: 10.3390/rs12213657.
7. Kumar Goar V. New Ways for The Compression of Data Using Artificial Neural Network for Transmission – International Refereed Journal of Reviews and Research. 2018. [Electronic resource]. URL: <http://ijrr.com/ijrr/January2018/7.pdf> (date of access: 22.03.2021).
8. Замятин А.В., Сарина А.Ж. Алгоритм сжатия гиперспектральных аэрокосмических изображений с учетом междиапазонной корреляции // Прикладная информатика. 2013. № 5. С. 35–42.
9. Лёзин И.А., Соловьёв А.В. Сжатие изображений с использованием многослойного перцептрона // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 4–4. С. 770.
10. Сирота А.А., Дрюченко М.А. Обобщённые алгоритмы сжатия изображений на фрагментах произвольной формы и их реализация с использованием искусственных нейронных сетей // Компьютерная оптика. 2015. № 39. С. 751–761.

УДК 658.5:334.72

МОДЕЛЬ И МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ЭТАПЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Антонов А.В.

*Акционерное общество «Концерн военно-космической обороны «Алмаз-Антей»,
Москва, e-mail: 603083@gmail.com*

Востребованность системного подхода к ремонту и обслуживанию любой продукции на территории инозаказчика, и это не только для отдельных организаций, является необходимостью в разработке новой системы на основе современных технологий управления. В статье представлен подход к разработке и оптимизации стратегии системы сохранения качества (ССК) продукции при её применении и эксплуатации у потребителей, включая особенности взаимодействия с иностранными заказчиками. Своевременное и адекватное реагирование на изменяющиеся требования заказчиков, эксплуатирующих продукцию, обеспечивается как системным подходом к сохранению качества продукции на этой стадии её жизненного цикла, так и стратегией системы. Особенность стратегии системы сохранения качества (ССК) продукции – её адаптивность, обеспечиваемая её организационной моделью и формулой её структуры. В основе формулы адаптивной стратегии ССК – метод морфологического ящика, т.е. поиск новых решений, обеспечивающий адаптивность к внешним и внутренним факторам, конкурентоспособность и состояние устойчивого развития ССК. Представлен метод разработки адаптивной стратегии системы сохранения качества (ССК) продукции у потребителей, её информационная модель и формула адаптивной стратегии системы сохранения качества (ССК).

Ключевые слова: система сохранения качества продукции, адаптивная стратегия, внешние и внутренние факторы, SWOT-анализ, PEST-анализ, предприятие-поставщик, потребители

MODEL AND METHOD OF FORMING AN OPTIMAL STRATEGY FOR MAINTAINING PRODUCT QUALITY AT THE STAGE OF APPLICATIONS AND OPERATIONS

Antonov A.V.

*«Almaz-Antey» – Air and Space Defence Corporation, Joint Stock Company,
Moscow, e-mail: 603083@gmail.com*

The demand for a systematic approach to the repair and maintenance of any product on the territory of a foreign customer, this is not only for individual organizations, is the need to develop a new system based on modern management technologies. The article presents an approach to the development and optimization of the strategy of the quality management system (QMS) for military products when they are used and used by consumers, including the specifics of interaction with foreign customers. Timely and adequate response to the changing requirements of customers operating the products is provided both by a systematic approach to maintaining the quality of products at this stage of its life cycle, and by the strategy of the system. The peculiarity of the strategy of the product QMS is its adaptability, provided by its organizational model and the formula of its structure. It is formulated adaptive strategies QMS-method morphological box cue search for new solutions providing adaptability to external and internal factors, competitiveness and sustainable development as QMS. The method of developing an adaptive strategy for the system of preserving the quality of products among consumers, its information model and formula for the strategy of the QMS are presented.

Keywords: product quality management system, adaptive strategy, external and internal factors, SWOT analysis, PEST-analysis, supplier company, consumers

Предприятие-поставщик обеспечивает эффективность деятельности по сохранению качества продукции на этапе её применения и эксплуатации путём выбора и реализации стратегии достижения и поддержания состояния надёжного конкурентоспособного партнёра во взаимодействии с потребителями.

Конкурентоспособность продукции и предприятия-поставщика, его устойчивое развитие и эффективность деятельности по сохранению качества предоставляемой продукции обеспечивается системным подходом и стратегией ССК продукции на послепродажных этапах жизненного цикла [1–3].

Эффективность системного подхода достигается совместным пропорциональным и сбалансированным участием всех заинтересованных сторон – участников системы в деятельности по сохранению качества продукции [4–7]. Требование к стратегии – нахождение оптимального способа достижения и постоянного поддержания эффективности ССК. Это требование трансформируется в необходимость обеспечения адаптивности ССК к внешним и внутренним факторам [8–10]. Наиболее эффективные инструменты анализа факторов внешних и внутренних, влияющих на деятельность ССК PEST, SNW и SWOT-анализ [11–13].

На основании результатов анализа одним из методов поиска новых решений может быть разработка стратегии ССК, отвечающая предъявляемым требованиям. Наиболее эффективным для решения задачи разработки метода формирования адаптивной стратегии ССК является метод морфологического ящика [12–14]. Он позволяет разработать формулу адаптивной стратегии ССК на основе анализа влияния различных факторов на деятельность ССК: политических, социальных, экономических и технологических факторов.

1. Анализ факторов, влияющих на деятельность системы сохранения качества продукции у потребителей

Алгоритм PEST, SNW и SWOT-анализа факторов, влияющих на деятельность системы, для последующего формулирования

намерений, разработки (выбора) вариантов политики, стратегии, целей и задач ССК представлен на рис. 1. Результаты анализа – основополагающие документы по стандартизации (ДС) системы сохранения качества, выражающие и устанавливающие намерения всех участников системы (рис. 2). В их составе – сформулированное и принимаемое всеми участниками назначение системы, её миссия [15; 16]. Результаты выполнения системой своей миссии система формулирует в своих перспективных целях. Приоритетные направления деятельности системы конкретизируются в направлениях деятельности, а способ реализации направлений – в стратегии системы. Последующая детализация стратегии – цели, задачи и методы выполнения работ по направлениям деятельности.

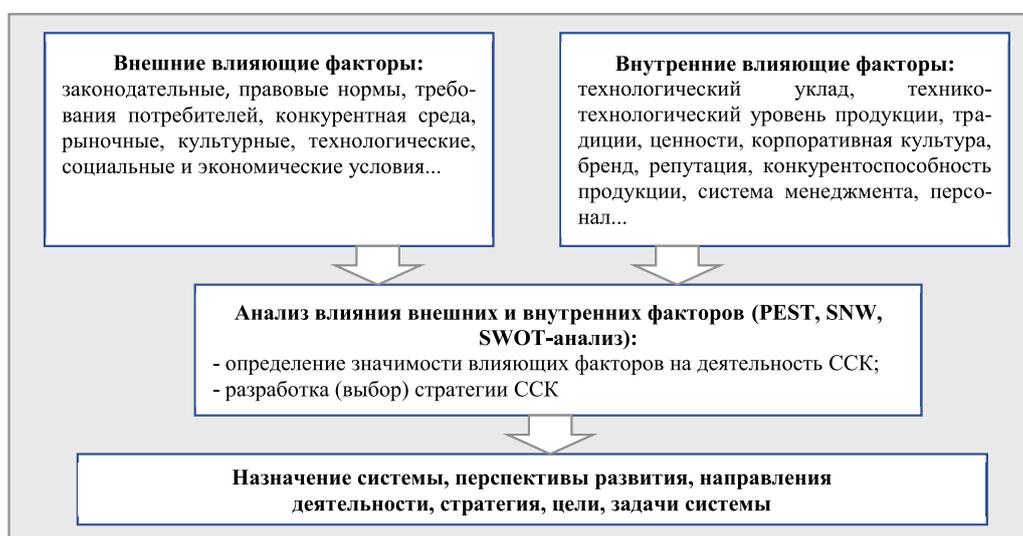


Рис. 1. Алгоритм анализа факторов, влияющих на выбор вариантов стратегии ССК продукции на стадии послепродажного обслуживания



Рис. 2. Место адаптивной стратегии в структуре комплекса основополагающих документов системы сохранения качества продукции



Рис. 3. Планирование в достижении результатов деятельности системы сохранения качества продукции у потребителей

Такой подход позиционирует ССК не только как инструмент, который обеспечивает качество продукции у потребителей, но и как инструмент управления конкурентоспособностью и обеспечения устойчивого и развития.

Разработка основополагающих документов системы на основе анализа влияющих факторов и факторов риска обеспечивает системе возможность постановки и достижения своих стратегических задач.

Вместе с тем такой методический подход позволяет формировать системе свою уникальную стратегию развития. Для решения вопросов стратегического планирования применяется всесторонний анализ всех факторов, рисков, возможностей и обстоятельств, влияющих на деятельность системы (рис. 3). Факторы влияющие на деятельность системы: поставщики, соисполнители, предприятия-партнеры, потребители, конкуренты, другие заинтересованные стороны, вышестоящие организации, а также политическая, экономическая, социальная, демографическая обстановка.

Не последнее место в работе системы занимает стратегия и механизм ее выработки, необходимая для координации между ожиданиями потребителей, различными требованиями реальными производством (зачастую кардинально различающимися). Задачу приведения результатов деятельности ССК в соответствие с тре-

бованиями потребителей и ожиданиями всех участников системы выполняет стратегия при том условии, что сохраняет свою актуальность в изменяющихся обстоятельствах. Для этого актуализация стратегии осуществляется её изменениями по результатам сопоставления критериев и результатов деятельности ССК. Изменения вносятся в соответствующие направления деятельности, определенные в стратегии, на основании управляющих воздействий, формируемых в результате сопоставления показаний индикаторов достижения установленных целей с критериями.

2. Методический подход к выбору перспективных направлений деятельности системы сохранения качества продукции у потребителей

В результате анализа влияющих факторов выбранные и сформулированные перспективные направления деятельности ССК устанавливают требования к деятельности системы для обеспечения эффективности её деятельности и достижения перспективных целей и ориентиров на стадиях послепродажного обслуживания. В соответствии со своим назначением и ориентируясь на установленные ориентиры в перспективе своего развития, для каждого из направлений деятельности устанавливаются цели и задачи, требующие решения, выбираются или/и разрабатываются методы и средства их выполнения.

Для направления деятельности системы необходимо также определить следующие принципы:

- достижения установленных целей, задачи стратегические и тактические, а также пути развития и обязательства ССК у потребителей;
- взаимодействия в ССК со всеми заинтересованными сторонами;
- взаимодействия с поставщиками ресурсов – материалов и комплектующих, оборудования и оснастки, а также информации;
- подготовки персонала сервисных центров, а также их аттестации;
- аттестации сервисных центров.

В основе выбора и формулирования руководством системы направлений деятельности системы:

- информация о целевой функции системы её назначения и перспективах развития;
- документы по планированию деятельности системы;
- требования и ожидания потребителей;
- результаты маркетинговых исследований, прогнозы деятельности системы в различных обстоятельствах, в т.ч. с учетом рисков, состояния и динамики качества продукции у потребителей;
- анализ конкурентной среды, состояния, перспектив и тенденций развития в области деятельности по сохранению качества продукции на послепродажных стадиях жизненного цикла, в т.ч. на территории инозаказчиков.

3. Модель адаптивной стратегии системы сохранения качества продукции у потребителей

Один из основополагающих документов ССК – информационная модель и методические основы разработки её стратегии. Методический подход к разработке стратегии ССК основан на анализе внешних и внутренних влияющих факторов. Методика формирования и актуализации стратегии ССК включает в себя также менеджмент

рисков и менеджмент изменений. Поэтому стратегия наделяется таким свойством, как адаптивность, благодаря возможности учета variability процессов, оценки влияния факторов рисков, поиска и реализации возможностей для воздействия на них.

Для этого в ССК влияющие факторы идентифицируются, определяются условия, в которых действует данная система, выявляются участники и сами процессы, связанные с ними. В целях быстрой коррекции стратегии необходим постоянный мониторинг и анализ, которые нужно осуществлять для обеспечения стратегии в адекватном изменении во внешней и внутренней средах системы (рис. 4).

Совокупность параметров стратегии и её свойств описывает её формула – набор символов и условных обозначений.

Адаптивная стратегия – оптимальный способ выполнения системой своего назначения – достижения показателей, установленных в перспективах развития. Она обеспечивает системе, продукции и организации-поставщику состояние конкурентоспособности и устойчивого развития. Основы стратегии – адекватное и своевременное реагирование на влияющие факторы, менеджмент рисков и управление изменениями. Эффективность стратегии определяется информативностью мониторинга и адаптивностью к условиям применения/эксплуатации продукции и взаимодействия с её потребителями. Адаптивность обеспечивается адекватным восприятием и реагированием на изменения внешних и внутренних факторов готовым набором возможных вариантов действий, трансформацией стратегии в целом или изменением отдельных её компонентов. Совокупность готовых решений для превентивного реагирования на прогнозируемые воздействия на систему различными факторами обеспечивается представленным методом разработки адаптивной стратегии.

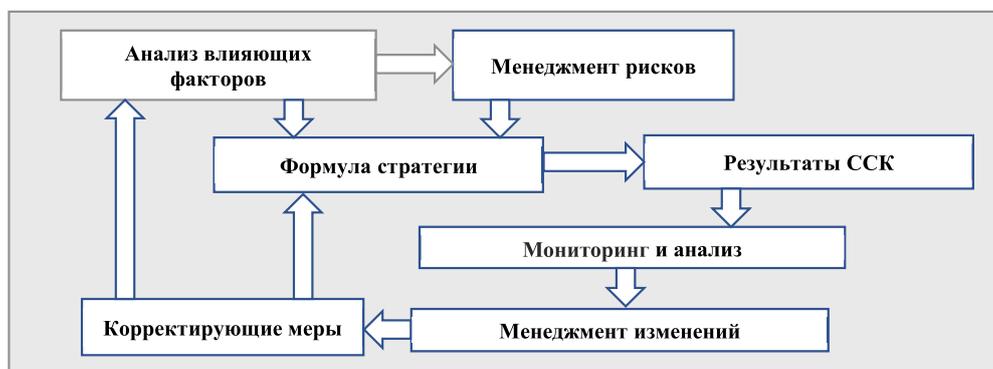


Рис. 4. Алгоритм актуализации стратегии системы сохранения качества продукции у потребителей

Представленный метод разработки адаптивной стратегии обеспечивается совокупностью готовых решений для превентивного реагирования на прогнозируемые воздействия на систему различными факторами.

Формула стратегии – формализованное описание одного из возможных вариантов её реализации – представляет собой набор направлений и видов деятельности, ресурсов и методов, выбираемых для решения соответствующих задач по направлениям деятельности и достижения целей системы.

Разработка стратегии системы сохранения качества продукции при её применении/эксплуатации у потребителей методом морфологического ящика представляет собой процесс выбора из совокупности возможных вариантов наиболее перспективных из них.

Структурный анализ, а также синтез внешних и внутренних факторов ССК (её сильных, нейтральных и слабых сторон, угроз и возможностей развития) дают возможность получить различные варианты стратегии и выбрать лучший.

Для разработки стратегии возможно использовать метод морфологического ящика, который включает в себя этапы:

- анализ факторов, влияющих на деятельность ССК – проведение PEST, SNW и SWOT-анализа, формулирование политики и целей системы;
- разделение целей по исполнителям и по направлениям деятельности;
- распознавание факторов, влияющих на деятельность системы;
- разработка параметров, несущих информацию и состояния системы, значений внешних и внутренних;
- разработка/выбор критериев, методов и средств мониторинга за состоянием си-

стемы, внешними и внутренними влияющими факторами;

- классификация и группировка перечня действий по достижению установленных целей и влияющих факторов, запись соответствующих им символов, условных обозначений в матричной форме;

- оценка осуществления стратегического плана согласно установленным критериям и показателям;

- управление рисками, изменениями и корректирующими действиями.

Формула стратегии строится из показателей, включенных в матрицу параметров в различных их сочетаниях. В зависимости от цели ССК и определенных условий управляющие факторы устанавливаются в соответствии с задачами системы. Система должна учитывать результаты прогноза деятельности по сохранению качества продукции, видение и наиболее приемлемые пути достижения системой своих целей для обеспечения устойчивого развития (табл. 1).

В таблицу-матрицу включаются показатели, виды деятельности и факторы, имеющие для системы определяющее значение. В составе видов деятельности и факторов, определяющих выбор стратегии ССК:

- цели системы, G_n ;
- источник(и) финансирования, F_n ;
- потребители продукции (заказчики, покупатели), C_n ;
- типы, виды продукции, P_n ;
- виды и способы выполнения работ по сохранению качества продукции, W_n ;
- организационная структура системы, O_n ;
- методы управления эффективностью системы, E_n , и др.

Таблица 1

Матрица параметров – групп управляющих факторов стратегии системы сохранения качества продукции у потребителей

Управляющий фактор стратегии	Символ управляющего фактора					
Цели системы	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
Вид (тип) продукции	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
Потребители продукции	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
Источники финансирования	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Организационная структура системы	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6
Виды и способы сохранения качества продукции	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6
Методы управления эффективностью системы	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
Показатели эффективности системы	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
Персонал	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
Технология управления, взаимодействия участников системы	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6

Ниже приведены значения основных параметров и факторов, определяющих стратегию ССК продукции у потребителей.

Цели организации, G_n : G_1 – устойчивое развитие системы; G_2 – обеспечение и повышение конкурентоспособности системы; G_3 – повышение прибыли; G_4 – расширение номенклатуры продукции (поставленной и обслуживаемой); G_5 – увеличение доли поставляемой и обслуживаемой продукции у иностранных заказчиков в общем объеме выпускаемой продукции; G_6 – расширение номенклатуры поставляемой и обслуживаемой продукции; G_7 – обеспечение и повышение эффективности системы...

Тип и вид поставляемой и обслуживаемой у потребителей продукции, P_n : P_1 – продукция, выпускаемая предприятием; P_2 – продукция двойного назначения; P_3 – продукция специального назначения в экспортном исполнении; P_4 – продукция общего назначения в экспортном исполнении; P_5 – методы контроля, испытания, технологии управления, ремонта, обслуживания, продления ресурса, обеспечения качества и т.д.; P_6 – продукция, выпускаемая и поставляемая по лицензии...

Потребители продукции (заказчики), C_n : C_1 – государство (государственный заказчик); C_2 – частные организации; C_3 – физические лица; C_4 – иностранные заказчики; C_5 – смешанная группа заказчиков и потребителей; C_6 – межгосударственные объединения.

Источник(и) финансирования, F_n : F_1 – государственный бюджет; F_2 – предприятия и организации негосударственного сектора экономики; F_3 – фонды развития предпринимательства; F_4 – иностранные заказчики; F_5 – прибыль; F_6 – совместное доленое финансирование участниками системы – поставщиками и потребителями...

Организационная структура системы, O_n : O_1 – линейная; O_2 – функциональная; O_3 – линейно-функциональная; O_4 – дивизиональная; O_5 – матричная; O_6 – комбинированная...

Виды и способы сохранения качества продукции, W_n : W_1 – обслуживание в течение гарантийного срока; W_2 – мониторинг поставщиком качества продукции в течение срока эксплуатации и применения, выполнение поставщиком регламентных, ремонтных и других установленных в контрактах видов работ; W_3 – совместное решение поставщиком и потребителем проблем с качеством продукции в течение срока эксплуатации/применения продукции силами удаленного аккредитованного поставщиком сервисного центра; W_4 – обслуживание и ремонт продукции сервисными центрами

потребителей; W_5 – передача на аутсорсинг деятельности по обслуживанию и ремонту продукции у потребителя; W_6 – обслуживание и ремонт продукции у потребителя удаленными (территориальными) сервисными центрами поставщика (изготовителя) продукции...

Методы управления эффективностью системы, E_n : E_1 – прогнозирование и превентивное устранение проблем с качеством продукции при применении и эксплуатации; E_2 – взаимодействие участников системы на основе цифровых технологий, в цифровой среде по цифровым стандартам системы; E_3 – исключение затрат, снижение непроизводительных затрат ресурсов за счет применения цифровых технологий; E_4 – привлечение к оценке эффективности сторонних организаций; E_5 – разработка и внедрение методов системы менеджмента бережливого производства; E_6 – применение методов маркетинга, бенчмаркинга, участие в конкурсах и премиях в области качества...

Показатели эффективности системы, R_n : R_1 – положительная динамика уменьшения количества рекламаций на продукцию по вине изготовителя (поставщика) в течение установленного временного интервала; R_2 – положительная динамика уменьшения внеплановых ремонтов продукции у потребителей; R_3 – трудоемкость работ по сохранению качества продукции у потребителей; R_4 – соотношение затрат на устранение отказов (дефектов) и на прогнозирование и реализацию предупреждающих мер; R_5 – производительность труда сотрудников сервисного центра; R_6 – ресурсоёмкость сохранения качества продукции (обслуживания, ремонтов и др.)...

Персонал, M_n : M_1 – сохранение качества продукции у потребителей выполняют сотрудники организации-изготовителя (поставщика); M_2 – сохранение качества продукции у потребителей выполняют сотрудники потребителя; M_3 – сохранение качества продукции у потребителей обеспечивают аттестованные сотрудники удаленного аккредитованного сервисного центра организации изготовителя/поставщика; M_4 – сохранение качества продукции у потребителей обеспечивают аутсорсинговые организации; M_5 – сохранение качества продукции у потребителей выполняют аккредитованные территориальные сервисные центры; M_6 – сохранение качества продукции у иностранных потребителей выполняют национальные сервисные центры...

Технология управления, взаимодействия участников системы, T_n : T_1 – контракт (договор), устанавливающий двусторонние взаимовыгодные отношения

с распределением рисков между сторонами; T_2 – документированная система менеджмента качества организации-изготовителя/поставщика продукции; T_3 – документированная система сохранения качества продукции у потребителей – совместное участие поставщика и потребителя в деятельности по сохранению качества продукции в течение всего срока применения/эксплуатации продукции; T_4 – цифровая ССК продукции в течение всего срока применения/эксплуатации продукции на основе безбумажного документооборота; T_5 – процессы СМК (система менеджмента качества) организации-изготовителя/поставщика продукции по управлению удаленными территориальными сервисными центрами, осуществляющими сохранение качества продукции у потребителей; T_6 – аудит (в т.ч. виртуальный) деятельности цифровой системы сохранения качества продукции в течение всего срока применения/эксплуатации продукции на основе безбумажного документооборота.

Путем выбора предпочтительного сочетания видов деятельности и влияющих факторов, из их символов, включенных в таблицу-матрицу, составляется формула оптимальной стратегии ССК. Пример формулы стратегии, полученной морфологическим методом, представлен на рис. 5.

Из представленной формулы следует – целями стратегии (G) выбраны: устойчивое развитие системы, а также обеспечение и повышение её конкурентоспособности. При этом объектами сохранения качества (P) является продукция и оборудование, в т.ч. в экспортном исполнении. Деятельность системы направлена на две категории потребителей (C) – государственного заказчика и иностранных потребителей/заказчиков ВВТ. Источники финансирования системы (F) – прибыль

от деятельности, а также – совместное доленое финансирование организациями-поставщиками и потребителями продукции. Из возможных вариантов для деятельности системы выбрана линейно-функциональная организационная структура (O).

С целью сохранения качества продукции у потребителя согласно формуле стратегии её разработчиками выбраны такие методы (W), как обслуживание в течение гарантийного срока, мониторинг поставщиком качества продукции в течение срока эксплуатации и применения, выполнение поставщиком регламентных, ремонтных и других установленных в контрактах видов работ, совместное решение поставщиком и потребителем проблем с качеством продукции в течение срока эксплуатации/применения продукции силами удаленного аккредитованного поставщиком сервисного центра.

Стратегическими направлениями по обеспечению и управлению эффективностью системы согласно формуле выбраны: прогнозирование и превентивное устранение проблем с качеством продукции при применении и эксплуатации, взаимодействие участников системы на основе цифровых технологий, в цифровой среде по цифровым стандартам системы, а также исключение затрат, снижение непроизводительных затрат ресурсов за счет применения цифровых технологий.

Эффективность системы оценивается по таким показателям, как положительная динамика уменьшения количества рекламаций на продукцию по вине изготовителя (поставщика) в течение установленного временного интервала, положительная динамика уменьшения внеплановых ремонтов продукции у потребителей, а также соотношение затрат на устранение отказов (дефектов) и на прогнозирование и реализацию предупреждающих мер.

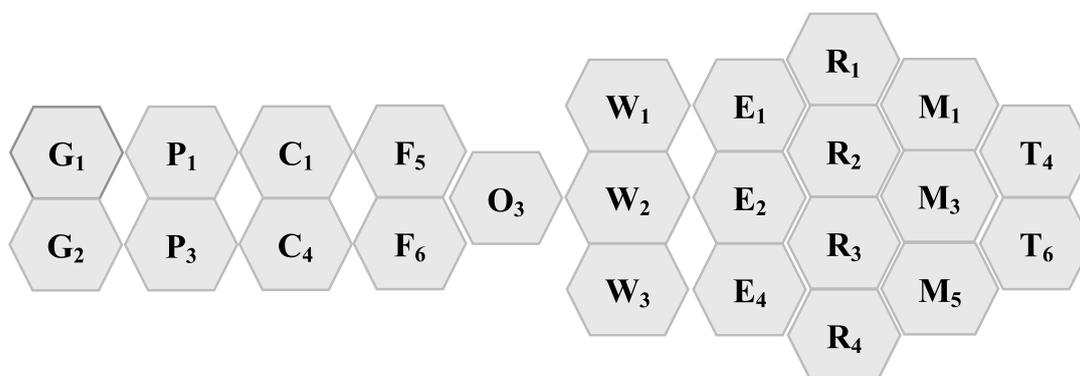


Рис. 5. Вариант формулы стратегии сохранения качества продукции у потребителей

Процессы и другие виды деятельности, предусмотренные стратегией, выполняют сотрудники организации-изготовителя/поставщика (M_1), аттестованные сотрудники удаленного аккредитованного сервисного центра организации изготовителя/поставщика (M_3, M_5).

Управление взаимодействием участников системы обеспечивают цифровая система сохранения качества продукции в течение всего срока применения/эксплуатации продукции на основе безбумажного документооборота (T_4) и аудит (в т.ч. виртуальный) со стороны организации-изготовителя/поставщика деятельности цифровой системы сохранения продукции.

Формула стратегии ССК позволяет также наглядно представить результаты оценки эффективности выполнения как стратегии

в целом, так и отдельных её составляющих, выявляя тем самым проблемы, требующие первоочередного решения (табл. 2).

Для примера на рис. 6 представлены данные ежемесячного мониторинга выполнения стратегического плана системы в течение первого полугодия 2019 года (табл. 2). Графическое представление результатов периодической оценки эффективности выполнения стратегии системы представляет собой, по сути, средство для мониторинга её деятельности.

График выполнения работ по формуле стратегии показывает верность или не верность проведенного выбора направления в развитии, стратегических приоритетов или средств достижения стратегических целей, «подразумеваемых» в формуле стратегии.

Таблица 2

Данные ежемесячного мониторинга выполнения стратегического плана системы по отдельным составляющим

	G	P	C	F	O	W	E	R	T	M
Данные ежемесячного мониторинга, % от плана										
1.2019	90	75	82	50	100	65	87	75	88	67
02.2019	88	87	80	67	95	72	72	82	82	78
03.2019	95	90	67	77	92	85	79	98	76	77
04.2019	99	68	66	83	98	77	85	96	78	76
05.2019	99	89	88	77	100	88	92	87	87	87
06.2019	100	98	77	80	100	96	87	78	93	92

Данные ежемесячного мониторинга выполнения стратегии ССК продукции по отдельным направлениям, %

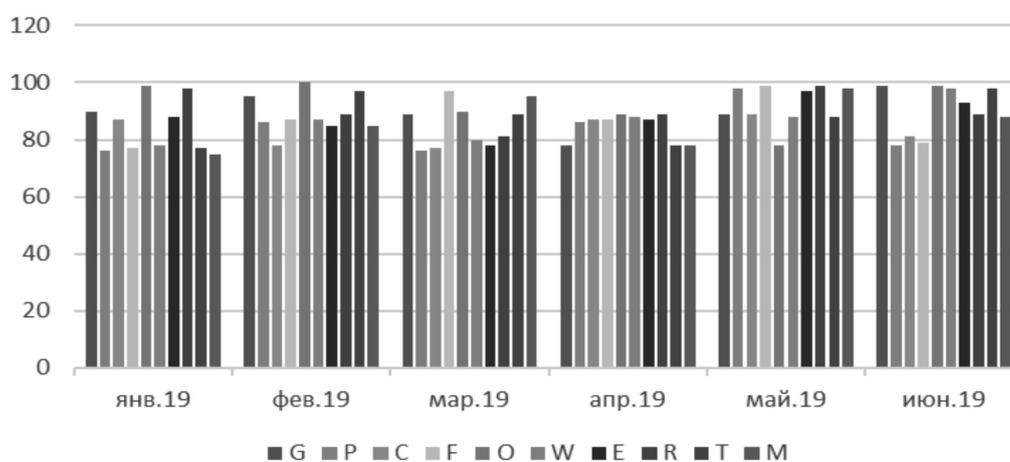


Рис. 6. Динамика показателей выполнения стратегического плана системы по её стратегическим направлениям

Заключение

Представленный методический подход к разработке адаптивной стратегии системы сохранения качества продукции при её применении и эксплуатации обеспечивает предприятию-поставщику возможность адекватного и своевременного реагирования на динамично изменяющиеся требования к продукции со стороны потребителей и заказчиков, в том числе иностранных.

Стратегия с заложенным в неё механизмом актуализации создаёт ряд конкурентных преимуществ предприятию-поставщику как активному участнику системы сохранения качества продукции. В их числе – возможности удаленного технического сопровождения и прогнозирование состояния продукции при её применении/эксплуатации, управление удалённым сервисным центром и его персоналом, использование цифровых технологий управления составляющими системы.

Данные результатов реализации стратегии могут быть использованы для мониторинга деятельности системы и как инструмент управления её конкурентоспособностью и устойчивым развитием.

Такие свойства стратегии, как самоактуализация и адаптивность, вместе с заложенным в неё механизмом анализа влияющих факторов обеспечивают постоянство её оптимальности.

Алгоритм составления формулы и стратегии, а также методический подход универсальны и открывают возможность более широкого его применения в различных системах менеджмента.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 19.07.1998 N 114-ФЗ «О военно-техническом сотрудничестве Российской Федерации с иностранными государствами» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/12666>. (дата обращения: 20.03.2021).
2. Указ Президента Российской Федерации от 10.09.2005 N 1062 «Вопросы военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fsvts.gov.ru/materials/8CD6364BA7E3DDDC4325814800304997.html> (дата обращения: 20.03.2021).
3. ГОСТ Р 56134-2014 Послепродажное обслуживание экспортируемой продукции военного назначения. Общие положения. Национальный стандарт Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115459> (дата обращения: 20.03.2021).
4. Сидорин В.В. Система менеджмента устойчивого развития предприятий оборонно-промышленного комплекса // Методы менеджмента качества. 2012. № 1. С. 14–17.
5. Сидорин В.В. Система менеджмента устойчивого развития предприятий оборонно-промышленного комплекса (окончание) // Методы менеджмента качества. 2012. № 2. С. 16–22.
6. ГОСТ Р 56134-2014 Послепродажное обслуживание экспортируемой продукции военного назначения. Общие положения. Национальный стандарт Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115459> (дата обращения: 20.03.2021).
7. ГОСТ Р 58303-2018 Послепродажное обслуживание продукции военного назначения. Виды работ и услуг. Национальный стандарт Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200161705> (дата обращения: 20.03.2021).
8. Сидорин А.В. Математическая модель устойчивого развития предприятия // Интернет-журнал «Наукоедение». 2012 № 3 (12). [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik6/4.pdf> (дата обращения: 20.03.2021).
9. Антонов А.В., Сидорин В.В. Современное состояние с обеспечением качества ремонта и обслуживания продукции военного назначения на территории инозаказчика // Вестник качества. 2018. № 4. С. 10–17.
10. Сидорин А.В., Сидорин В.В. Методический подход к анализу внешней и внутренней среды организации с целью разработки адаптивной стратегии // Теория, Практика, Инновации. 2016. № 2. С. 44–71.
11. Маврина И.Н. Стратегический менеджмент: учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 132 с.
12. Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: учебник для вузов / Пер. с англ. под ред. Л.Г. Зайцева, М.И. Соколовой. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 576 с.
13. Сидорин А.В. Адаптивная стратегия организации // Интернет-журнал «Наукоедение». 2013. № 2 (15). [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik6/4.pdf> (дата обращения: 20.03.2021).
14. Антонов А.В., Сидорин В.В. Модель цифровой системы сохранения качества продукции военного назначения на территории инозаказчика // Вестник качества. 2018. № 4. С. 10–17.
15. Сидорин А.В., Сидорин В.В. Процессный подход к разработке адаптивной стратегии организации на основе анализа её внешней и внутренней среды // Организатор производства. 2016. № 3. С. 28–42.
16. Сидорин В.В., Покровская М.В. Структура и состав структура нормативно-методического обеспечения качества научно-технической продукции технического университета // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. 2013. Т. 13. № 6. С. 100–104.

УДК 004:007.51

ОБРАБОТКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ ЭКЗОСКЕЛЕТОМ НОГ

Баталов А.В., Веселов О.В.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, e-mail: a.batalov@mail.ru, 010848_j@mail.ru

В ходе работы решается задача съема сигналов с мышц ног для управления активным экзоскелетом, предназначенным для снятия внешней нагрузки с оператора. В работе разработан алгоритм, обрабатывающий совокупность полученных миографических сигналов, характеризующих интенсивность работы отслеживаемой мышцы и переводящих их в управляющие воздействия для контроллера приводов, в виде аналогового, биполярного сигнала, характеризующего задающее воздействие скорости и направления вращения для каждого «сустава». Также представлен вариант расположения электродов для съема биоэлектрических сигналов для управления приводами активного экзоскелета ног. В ходе исследования предложен ряд решений, повышающих достоверность управляющего сигнала, включающих в себя использование электронного гироскопа для корректировки управляющего воздействия вследствие влияния на звенья силы тяжести. Миографический датчик в данной системе основан на неинвазивном сенсоре биоэлектрической активности. Измерение биопотенциала производится двумя сигнальными электродами, расположенными вдоль исследуемой мышцы. Поскольку некоторые мышцы выполняют смежные функции, то для разработки алгоритма управления экзоскелетом необходимо описание влияния всех мышц, включенных в процесс анализа, на вращение каждого сустава, а также введение соответствующих коэффициентов коррекции влияния для компенсации неоднородного воздействия.

Ключевые слова: биоэлектрический потенциал, ЭМГ, экзоскелет, биомеханика, неинвазивная регистрация сигнала

PROCESSING OF BIOELECTRIC SIGNALS FOR CONTROL OF THE ACTIVE EXOSKELETON OF THE LEGS

Batalov A.V., Veselov O.V.

Vladimir State University, Vladimir, e-mail: a.batalov@mail.ru, 010848_j@mail.ru

In the course of the work, the task of picking up signals from the leg muscles is solved to control the active exoskeleton designed to remove the external load from the operator. In this work, an algorithm has been developed that processes the set of received myographic signals characterizing the intensity of the traced muscle, and translates them into control actions for the actuator controller, in the form of an analog, bipolar signal characterizing the setting effect of the speed and direction of rotation for each «joint». A variant of the arrangement of electrodes for picking up bioelectric signals for controlling the drives of the active exoskeleton of the legs is also presented. In the course of the study, a number of solutions were proposed that increase the reliability of the control signal, including the use of an electronic gyroscope to correct the control action, due to the influence on the links of gravity. The myographic sensor, in this system, is based on a non-invasive bioelectrical activity sensor. The biopotential is measured with two signal electrodes located along the muscle under study. Since some muscles perform related functions, to develop an algorithm for controlling the exoskeleton, it is necessary to describe the influence of all muscles included in the analysis process on the rotation of each joint, as well as to introduce appropriate correction coefficients for the influence to compensate for the inhomogeneous effect.

Keywords: bioelectric potential, EMG, exoskeleton, biomechanics, non-invasive signal registration

Во многих областях все более возрастает потребность в использовании экзоскелетов. Медицина, строительство, военное дело – в этих направлениях, как и во многих других, зачастую требуется существенно увеличить физическую силу специалиста.

Условно экзоскелеты всех конструкций можно поделить на два типа: активные и пассивные:

– Активный – использует для работы приводы различных типов: электрические, пневматические, гидравлические и т.д. Соответственно, такой экзоскелет использует внешний источник питания для снятия нагрузки с оператора.

– Пассивный – в свою очередь, чаще всего использует пружинные уравновешивающие и поддерживающие устройства,

предназначенные в первую очередь для равномерного распределения или же перераспределения нагрузки.

И если пассивный экзоскелет не снимает внешнюю нагрузку, а лишь распределяет ее, то активный с этой точки зрения более перспективен. И преимущество его со временем все более существенно, в связи с появлением все более энергоемких аккумуляторов. В дальнейшем, употребляя термин «экзоскелет», будет иметься в виду именно активный экзоскелет.

По назначению экзоскелеты делятся на несколько категорий:

1. Компенсирующие вес тела оператора.
2. Снимающие внешнюю нагрузку.
3. Комбинированные.

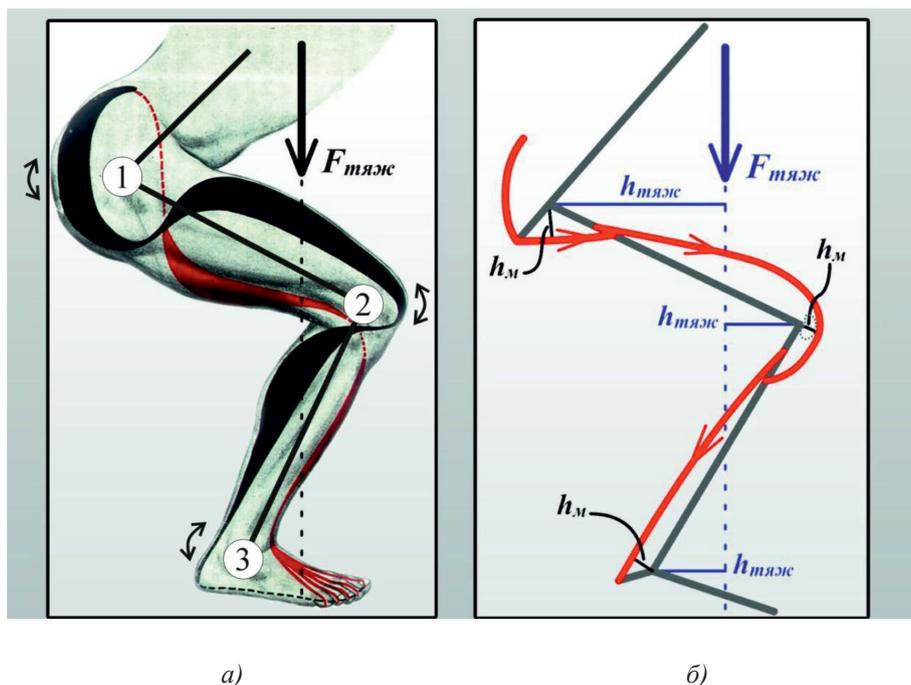


Рис. 1. а) расположение суставов и направление степеней свободы (упрощенная модель); б) схема соединения костных звеньев

Первые чаще применяются в медицинской отрасли для реабилитации пациентов с повреждением опорно-двигательного аппарата. Вторые предназначены для увеличения грузоподъемности оператора, это может быть необходимо как для переноса груза, так и для использования одним человеком тяжеловесного оборудования. Третья категория обладает преимуществами и недостатками двух предыдущих, на практике используется для решения довольно узкого спектра задач.

Поскольку активный экзоскелет является системой с автоматическим управлением, он включает в себя два основных устройства теории автоматического управления, «объект управления» и «устройство управления».

Основной задачей этой работы является разработка устройства управления, основанного на датчиках биоэлектрической активности. А также реализация алгоритма перевода интенсивности сигналов с датчиков в управляющее воздействие на привод. В работе исследования направлены на разработку активного экзоскелета нижних конечностей для снятия внешней нагрузки.

Материалы и методы исследования

Экзоскелет для нижних конечностей будет состоять из трех электрических приводов, на каждый сустав соответственно,

и набора датчиков, расположенных над основными мышцами, отвечающими за движение суставов.

Человек сможет сохранять неподвижную позу (рис. 1, а), если момент силы тяжести, создаваемый вышерасположенными звеньями тела, будет уравновешен мышечным моментом [1], т.е. будет иметь место равенство

$$F_{\text{тяж}} \times h_{\text{тяж}} = F_{\text{м}} \times h_{\text{м}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{тяж}}$ – сила тяжести,
 $h_{\text{тяж}}$ – плечо силы тяжести,
 $F_{\text{м}}$ – сила тяги мышцы,
 $h_{\text{м}}$ – плечо силы мышцы.

В реальности каждый сустав является скорее шаровым соединением, с некоторыми ограничениями по углам вращения, эта особенность используется чаще всего для поддержания равновесия. В задаче по снятию внешней нагрузки с оператора в динамике можно исходить из предположения, что один сустав имеет одну вращательную степень свободы. В общей сложности на одну ногу приходится три сустава с суммарно тремя степенями свободы, рис. 1, б.

Работа на перемещение человека в процессе его двигательной деятельности затрачивается на движение тела как целого, что может характеризоваться движением его общего центра масс (ОЦМ); движением отдельных частей тела относительно ОЦМ.

Так можно рассматривать и движение каждого звена тела человека. В связи с этим выражение для полной механической энергии E может быть преобразовано следующим образом:

$$E = mgh + \frac{m(u_{\text{оцм}})^2}{2} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{m_i(u_{\text{ц.м.}/\text{ОЦМ}})^2}{2} + \frac{J_i \omega_i^2}{2} \right), \quad (2)$$

где m – масса тела человека,

g – ускорение свободного падения,

h – высота ОЦМ над нулевым уровнем,

$u_{\text{оцм}}$ – абсолютная скорость ОЦМ,

m_i – масса i -го звена,

$u_{\text{ц.м.}/\text{ОЦМ}}$ – скорость центра масс i -го звена относительно ОЦМ,

J_i – момент инерции i -го звена относительно мгновенной оси вращения,

ω_i – мгновенная угловая скорость вращения i -го звена относительно мгновенной оси.

Первые два члена в правой части уравнения представляют полную механическую энергию движения ОЦМ. Поскольку за счет внутренних сил привести ОЦМ в движение невозможно (следствие из третьего закона Ньютона), вызвать движение ОЦМ могут только внешние силы, приложенные к многозвенной системе тела человека. Работу этих внешних сил называют внешней [2].

Необходимо определить зависимость движения каждого сустава от интенсивности напряжения определенных мышц ног. С точки зрения биомеханики ногу человека (от бедра до лодыжки) можно представить как несколько костных звеньев, подвижно соединенных в точках тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Анатомически мышцы ног могут быть разделены на 4 категории:

– *Таз (ягодицы)*. Эти мышцы не совсем являются частью ноги. Но так как они крепятся к бедренной кости, то также участвуют в движении бедренного сустава. Данная мышечная группа располагается с задней стороны тела, в области между поясницей и бедром.

– *Бедро*. Начинается от тазовой кости (к которой некоторые мышцы крепятся) и заканчивается в области колена. К основным ее функциям относятся сгибание и разгибание голени и бедра. А также приведение ног к туловищу и их ротация. Условно эту группу делят на части. Переднюю, медиальную (внутреннюю) и заднюю.

– *Голень*. Это небольшие мышцы, занимающие нижнюю часть ноги. От колена до стопы. Нас интересует задняя группа.

К ней относятся: трехглавая и подошвенная мышца. Все остальные мускулы отвечают за сгибание и разгибание пальцев. Поэтому рассматриваться не будут.

– *Стопа*. Это «опорные» мышцы, которые отвечают за равновесие. Мышцы, расположенные в стопе, в основном начинаются от голени и отвечают за движение пальцев, их сгибание и разгибание. А также движение в сторону относительно друг друга. И за повороты стопы. Выполняя действие, где требуется балансировка тела, они активно включаются [3].

Существуют различные классификации скелетных мышц: по внешней форме, функции, числу головок, положению, месту прикрепления, направлению мышечных волокон, строению и др.

По направлению мышечных пучков и их отношению к сухожилиям различают три типа мышц: параллельный, перистый и треугольный. В настоящее время различают веретенообразные, одноперистые и двуперистые мышцы. В веретенообразных мышцах пучки мышечных волокон располагаются параллельно длинной оси мышцы. Примером таких мышц являются: двуглавая мышца плеча, портняжная мышца, передняя большеберцовая мышца. При перистом ходе пучков мышечных волокон они располагаются под углом к длиннику мышцы. Примером перистых мышц являются прямая и латеральная широкая мышцы бедра, а также икроножная и камбаловидная мышцы [4].

Необходимое расположение датчиков для расчета управляющего воздействия на суставы (рис. 1, а) выбирается исходя из функционального назначения двигательных мышц:

1. Тазобедренный сустав:

I. Сгибание:

– *Основное действие*: гребенчатая мышца, портняжная мышца, прямая мышца бедра.

– *Побочное действие*: длинная приводящая мышца.

II. Разгибание:

– *Основное действие*: полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца.

– *Побочное действие*: большая приводящая мышца.

2. Коленный сустав:

I. Сгибание:

– *Основное действие*: полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, двуглавая мышца, тонкая мышца, портняжная мышца.

– *Побочное действие*: икроножная мышца.

II. Разгибание:

– *Основное действие*: медиальная широкая мышца, промежуточная широкая мышца, латеральная широкая мышца, прямая мышца бедра.

3. Голеностопный сустав:

I. Сгибание:

– *Основное действие*: длинный разгибатель большого пальца стопы, передняя большеберцовая мышца.

– *Побочное действие*: короткая малоберцовая мышца, длинная малоберцовая мышца.

II. Разгибание:

– *Основное действие*: икроножная мышца, камбаловидная мышца.

– *Побочное действие*: длинный разгибатель пальцев, длинный разгибатель большого пальца стопы, длинный сгибатель большого пальца стопы, задняя большеберцовая мышца.

Миографический датчик в данной системе основан на неинвазивном сенсоре биоэлектрической активности [5]. Миографическое измерение биопотенциала производится двумя сигнальными электродами, расположенными вдоль исследуемой мышцы. После замеряется дифференциальная составляющая сигнала. На выходе датчика, после замера и фильтрации входного сигнала, имеется функция зависимости интенсивности биоэлектрического сигнала к напряжению. Для дополнительного усиления коэффициента ослабления синфазного сигнала в измерение был введен третий (нейтральный) электрод. Он располагается на участке тела, свободном от влияния биопотенциала исследуемой мышцы.

Поскольку измерение биопотенциала производится неинвазивным методом, то при измерении электрод охватывает совокупность биопотенциала всех мышц, расположенных под ним. Поэтому имеет смысл производить измерения на наиболее объемных мышцах, поскольку на слишком тонкие или глубоко расположенные будут наводиться помехи от других мышц. Расположение электродов для управления приводами (суставами), пронумерованными на рис. 1, а, необходимо подобрать с учетом этой особенности (рис. 2).

Так как некоторые мышцы выполняют смежные функции, для разработки алгоритма управления экзоскелетом необходимо описать влияние всех мышц, включенных в процесс анализа, на вращение каждого сустава, введя соответствующие коэффициенты коррекции влияния, для компенсации неоднородного воздействия.

На рис. 3 изображена схема, описывающая работу алгоритма, рассчитывающего управляющее воздействие на привод, в зависимости от интенсивности сигнала с датчиков биоэлектрической активности. Результирующее воздействие икроножной (№ 3) и прямой мышцы бедра (№ 5) взаимосвязано, однако зависимость не линейна. Поэтому на этапе учета интенсивности входного сигнала вводится коэффициент коррекции k , который подбирается индивидуально в зависимости от соотношения развитости икроножной и прямой мышцы бедра.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из первоначальных условий, система имеет на выходе датчиков биоэлектрической активности положительный, аналоговый сигнал, характеризующий интенсивность работы отслеживаемой мышцы. После обработки на вход контроллера привода поступает аналоговый, биполярный сигнал, характеризующий задающее воздействие скорости и направления вращения для каждого «сустава».

Поскольку измерение производится неинвазивным методом, то на интенсивность получаемого сигнала влияет как объем мышцы, так и глубина, на которой она располагается. Поэтому предусмотрена возможность независимого изменения коэффициента усиления для каждого датчика, что позволяет получить равное соотношение сигнала, зависимое только от интенсивности работы мышц.

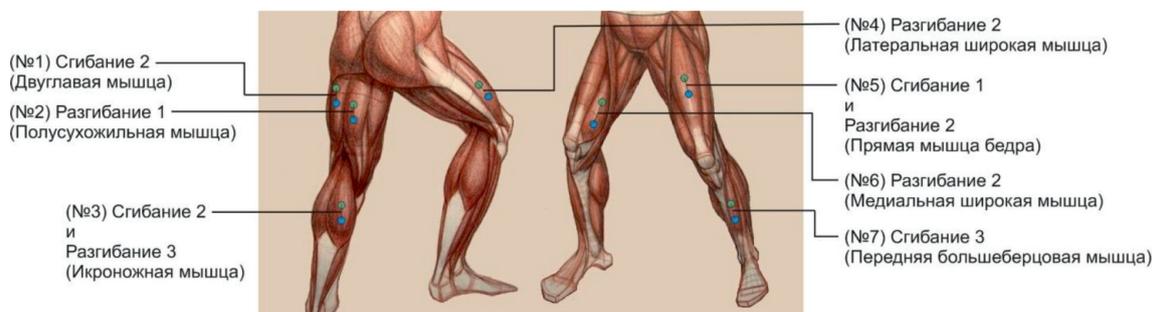


Рис. 2. Расположение электродов миографического сенсора

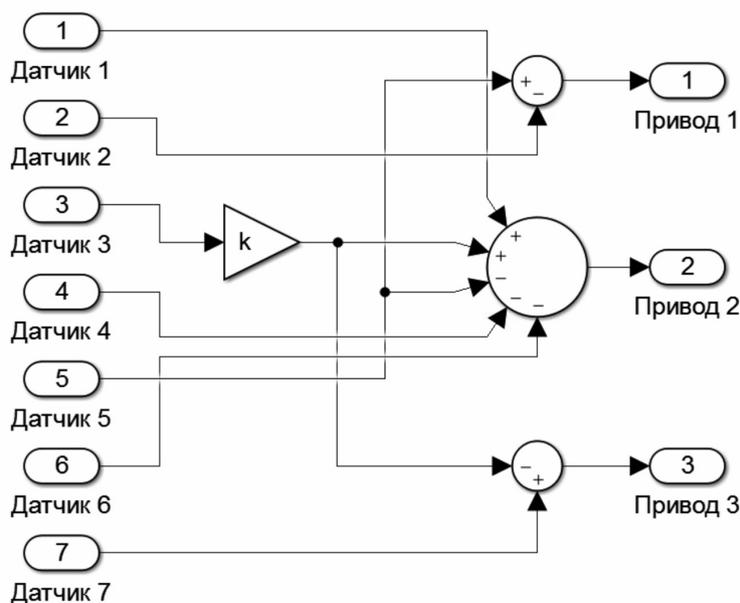


Рис. 3. Алгоритм распределения управляющего воздействия

Заключение

В работе разработан алгоритм, обрабатывающий совокупность полученных миографических сигналов и переводящих их в управляющие воздействие на привод экзоскелета.

Одним из способов теоретического повышения достоверности управляющего воздействия является использование электронного гироскопа для определения положения звеньев в пространстве и корректировки воздействия, с учетом силы притяжения, действующей на каждый из звеньев. Поскольку в момент неподвижного удержания, для противодействия силе тяжести, соответствующие мышцы находятся в напряжении, соответственно, полученный сигнал

может быть неверно истолкован как задание на перемещение.

Список литературы

1. Самсонова А.В., Комиссарова Е.Н. Биомеханика мышц: учебно-методическое пособие // Под ред. А.В. Самсоновой. СПб.: СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2008. 127 с.
2. Попов Г.И., Самсонова А.В. Биомеханика двигательной деятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 320 с.
3. Анатомия мышц ног // Willandwin. Спортивный сайт [16.12.2019]. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.willandwin.ru/anatomiya-myshcz-nog/> (дата обращения: 17.05.2021).
4. Самсонова А.В. Гипертрофия скелетных мышц человека: учебное пособие. 5-е изд. СПб.: Кинетика, 2018. 159 с.
5. Баталов А.В., Веселов О.В. Регистрация и обработка сигнала биоэлектрической активности мышц для управления приводом бионического протеза // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 12–2. С. 263–268.

УДК 004:630*383

ОБОБЩЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЦЕНКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ПЛАВНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

¹Боровлев А.О., ²Козлов В.Г., ¹Никитин В.В., ¹Брюховецкий А.Н., ¹Болтнев Д.Е.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: borov.borov.ar@yandex.ru, box534@mail.ru, brv@yandex.ru, boltnev.denis@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»,
Воронеж, e-mail: vya-kozlov@yandex.ru

Возможность повышения качества проектных решений связана с учетом зрительного восприятия дорог. От восприятия водителями направлений лесовозной автомобильной дороги или завышения опасных скоростей движения приводят к критическим ситуациям или дорожно-транспортным происшествиям. Поэтому вид дороги в перспективе должен сильно ориентировать водителя, т.е. быть зрительно ясным, явно меняющимся, обеспечивающим постоянно или плавное снижение режима движения транспортного потока. Цель исследования заключается в обобщении исследований оценки зрительной плавности при проектировании лесовозных дорог, для построения математической модели оптимизации методов проектирования геометрических элементов лесовозных автомобильных дорог на стадии трассирования. Изучение опыта пространственного проектирования и главным образом обоснованности количественных рекомендаций показывают, что нужны более эффективные средства исследования этой темы. Для оценки плавности дороги нужны математические показатели и объективные критерии. До тех пор, пока сами понятия «плавность дороги» и «реальная ясность» недостаточно определены с математической точки зрения, не могут быть предложены и их количественные характеристики. Характерные типы сочетаний и их частоты на сети должны лечь в основу определения последовательности отдельных видов сочетания в соответствии с практикой проектирования лесовозных автомобильных дорог.

Ключевые слова: пространственные кривые, зрительная плавность, проектирование, продольный профиль, кривизна

SUMMARY OF STUDIES ON THE ASSESSMENT OF VISUAL SMOOTHNESS OF LOGGING ROADS

¹Borovlev A.O., ²Kozlov V.G., ¹Nikitin V.V., ¹Bryukhovetskiy A.N., ¹Boltnev D.E.

¹Voronezh State University of engineering technologies, Voronezh, e-mail: borov.borov.ar@yandex.ru,
box534@mail.ru, brv@yandex.ru, boltnev.denis@rambler.ru;

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,
Voronezh, e-mail: vya-kozlov@yandex.ru

The possibility of improving the quality of design solutions is associated with taking into account the visual perception of roads. Drivers' perception of the directions of a logging road or overestimation of dangerous traffic speeds leads to critical situations or road accidents. Therefore, the view of the road in the future should strongly orient the driver, i.e. be visually clear and clearly changing, ensuring the constancy or smooth reduction of the traffic flow mode. The purpose of the study is to generalize the studies of visual smoothness assessment in the design of logging roads, to build a mathematical model for optimizing the design methods of geometric elements of logging roads at the tracing stage. The study of the experience of spatial design and, mainly, the validity of quantitative recommendations, show that more effective means of research on this topic are needed. To assess the smoothness of the road, you need mathematical indicators and objective criteria. As long as the concepts of «smoothness of the road» and «real clarity» are not sufficiently defined from a mathematical point of view, their quantitative characteristics cannot be proposed. The characteristic types of combinations and their frequency on the network should form the basis for determining the sequence of individual types of combinations in accordance with the practice of designing logging roads.

Keywords: spatial curves, visual smoothness, design, longitudinal profile, curvature

Началом систематической разработки принципов пространственного проектирования лесовозных автомобильных дорог считают вторую половину прошлого столетия. К дорогам, как крупным инженерным сооружениям, были предъявлены архитектурные требования, коснувшийся в первую очередь дорожных сооружений, мостов и придорожных территорий. В начале строительства использовались «Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог», разработанные

под руководством проф. В.Ф. Бабкова, проф. Е.М. Лобановым, доц. Н.П. Орнатским, инж. Ю.М. Белой, инж. М.Н. Финкельштейном и арх. Э.Л. Тетеровским [1].

Идеалом трасс по-прежнему оставалась длинная прямая, которая объясняется своеобразной психологической идеей проектировщиков, когда кривые радиусов, вынуждавшие снижать скорость и часто являющиеся причиной аварий, расценивались как нежелательные и опасные участки. Наоборот, редко встречаемые длинные пря-

мые участки, которые автомобили могли проезжать с высокой скоростью, водителям идеальными для движения не считались. Считая кривые нежелательными, но неизбежными элементами трассы, проектировщики старались ограничить их количество и протяженность, назначая трассы, близкие к наименьшим допускаемым из условия обеспечения устойчивости лесовозного подвижного состава. Совмещение горизонтальных и вертикальных кривых малого радиуса также считалось обязательным, поскольку такие участки хуже соответствовали требованиям видимости. План и продольный профиль проектировали раздельно и независимо кроме полевого и камерального этапов.

Опыт первых лет строительства лесовозных автомобильных дорог способствовал выработке новых требований, их стали рассматривать как плавную пространственную кривую, которую нужно прокладывать взаимосвязанно в плане и в продольном профиле.

Цель работы заключается в обобщении исследований оценки зрительной плавности при проектировании лесовозных дорог, для построения математической модели оптимизации методов проектирования геометрических элементов лесовозных автомобильных дорог на стадии трассирования.

Материалы и методы исследования

Условия совмещения кривых плана и профиля для случаев, когда геометрический характер одинаков, можно найти в работах В.Ф. Бабкова, М. Госа и В. Веселы, И.В. Бегмы, А.П. Усова, В.К. Курьянова и др. авторов [1–3]. Эти рекомендации классически просты. Кривые в плане должны совмещаться с вертикальными вогнутыми закруглениями или немного ее перекрывать (первое условие зрительной плоскости). Выпуклые вертикальные кривые рекомендуются всегда перекрывать кривыми в плане.

В целях обеспечения ясности направления поворотов в плане, совмещенных с выпуклыми вертикальными кривыми, И.В. Бегма рекомендовал добиваться, чтобы пространственная (ось дороги, бровка) до границы видимости заметно отклонилась от предыдущего прямого направления дороги. Это можно сделать обеспеченным, если на перспективном изображении дороги, построенном в масштабе 1:100, отклонение кромок проезжей части от направлений касательных, проведенных из точек начала, на границе видимости не меньше 4 мм [4].

При проектировании дорог (особенно лесовозных) по многим причинам невоз-

можно добиться точного совмещения элементов плана и продольного профиля. Вопросу о допустимых величинах смещения начал кривых (или вершин) в плане и профиле уделено большое внимание.

А.П. Усов [4] считает, что вершины кривых в продольном профиле и плане могут быть смещены до величины, соответствующей точности оценки водителями расстояния L . По его данным, в зависимости от скорости движения, могут быть допущены следующие величины смещений:

- при $V = 60$ км/ч $L = 40$ м,
- при $V = 8$ км/ч $L = 55$ м,
- при $V = 100$ км/ч $L = 70$ м,
- при $V = 120$ км/ч $L = 90$ м.

Особой проблемой обеспечения зрительной плавности и ясности дороги можно считать так называемые смещенные сочетания кривой плана и профиля.

Ряд отечественных ученых считают, что в случаях, когда конечное совмещение кривой в плане с вогнутой кривой в профиле осуществимо, повороты влево следует разбивать перед вогнутостью рельефа, а повороты вправо – за нею.

Согласно мнению Лоренца Г., допустимо смещение вертикальной и горизонтальных кривых на $\frac{1}{4}$ длины кривой в продольном профиле (обоснования этой рекомендации Лоренц не дал) [5].

Дайсинг считал, что m должно быть больше 5. В таком случае вогнутое закругление, расположенное в пределах кривых в плане, не воспринимается как «просадка» в перспективе [5].

По мнению П. Годена, соотношение m не должно быть меньше [6].

Наименьшее допустимое соотношение радиусов кривых для случаев идеально совмещенных кривых в плане и профиле в общем виде определили Х. Баккер и Г. Овердийкин [4]. Это является основным условием зрительной ясности и выражается зависимостью

$$\frac{h}{b_{кр}} = \frac{R_v}{R_p}, \quad (1)$$

$b_{кр}$ – расстояние до кромки дорожного полотна, м;

h – высота точки зрения над поверхностью дороги, м;

R_v, R_p – радиусы кривых в плане и продольном профиле.

Приведенный выше анализ касался простых случаев, когда кривая в продольном профиле более кривая в плане.

Вопросы образования зрительно ясных сложных сочетаний впервые затронул Г. Лоренц, рассматривая примеры некоторых часто встречаемых сложных линий.

В частности, устройство обратных кривых в пределах лощин или проложение односторонней кривой в плане по волнистой поверхности рельефа [7].

Г. Лоренц отмечал, что эстетическим требованиям соответствуют участки дорог в тех случаях, когда точки перегиба трассы в плане совмещены с экспериментальными точками продольного профиля. Однако такое решение может быть широко применено, поскольку при этом не обеспечивается отвод воды с поверхности дорожного полотна в окрестностях точек перегиба кривых в плане, где поперечный уклон проезжей части $i_{\text{пов}} = 0$, а продольный уклон $i_{\text{пр}} = 0$.

К обеспечению зрительной плавности элементарных кривых отражается следующие широко известные рекомендации:

- при проектировании трассы в плане и продольном профиле необходимо применять кривые больших радиусов;

- при малых углах поворота от 5 м до 1 м рекомендуется применить кривые больших радиусов – от 5000 м до 30000 м;

- непосредственно сопрягать между собой и с прямыми участками плана можно только кривые больших радиусов, порядка 1000–5000 м (В.Ф. Бабков [1]);

- в пересеченной местности трассу проложить в виде непрерывной извилистой линии.

Большинство рассмотренных рекомендаций являющиеся эмпирическими. Особенно различны взгляды по вопросу о допустимой величине смещений начал (или вершин) кривых в плане и профиле.

В практике проектирования дорог встречаются случаи, когда запроектированные в строгом соответствии с приведенными эмпирическими правилами участки дорог оказывались неплавными. Здесь имеются в виду неудачи, получающиеся при точном совмещении начал кротоид в плане с началом новых кривых в профиле. Неплавными могут быть также и повороты дороги, которые образуют точно совмещенные круговые кривые в плане и профиле даже при больших их радиусах (например, левый поворот радиусом в плане $R_p = 30000$ м), имеющий горизонтальный продольный профиль.

Учитывая эти заключения, мы пришли к выводу, что эмпирические рекомендации нуждаются во всесторонней проверке и уточнении. Для оценки зрительной плавности поворотов необходимы, дополнительно к известным, новые условия, позволяющие учесть параметры пространственных линий и координаты расположения точек зрения перед их началом.

И.В. Бегма и Е.С. Томаревская [8, 9] предлагали в качестве количественного показателя зрительной плавности использовать

величину f , определенную на перспективном изображении криволинейного участка дороги (на плоскости $x = 1$ м), между кромкой проезжей части и точкой пересечения касательных, проведенных из точек начала и конца кривой. Критерием плавности поворота авторы предлагали величину $f \geq 10$ мм для кривых в плане и 4 мм для вогнутых закруглений в продольном профиле. Критерием перелома линий в плане $f < 4$ мм.

Использование упомянутых критериев было рекомендовано для прямых в плане участков, имеющих закругления в продольном профиле, и плоских участков дороги с кривой в плане. Недостатком описанного метода является то, что его нельзя преобразовать для оценки плавности пространственных кривых, для точки зрительной плавности и ясности сложных участков, кривых в плане и профиле.

Ярд отечественных авторов предлагают принять в качестве геометрического показателя зрительной плавности степень изменения величины перспективной проекции f отрезка h дуги криволинейной трассы в процессе его перемещения по кривой. Степень увеличения отрезка h будет отражать производная $\frac{df}{dCA}$. dCA – бесконечно малая длина дуги пространственной линии.

Величину В.В. Сафонов предлагает принять за критерий зрительной плавности [10]. В результате вычислений должны быть построены графики, изображающие для каждого положения центра проецирования кривую зрительной плавности. В результате вычислений должны быть построены графики, изображающие для каждого положения центра проецирования кривую зрительной плавности. Каждой точке графика соответствует определенная точка трассы. В дальнейшем это предположение автор не реализовал и поэтому судить о его удачности сомнительно.

Имеется принципиальное возражение – метод В.В. Сафонова не дает возможности контролировать зрительную ясность [10]. Как доказывается далее, необоснованными являются также и выводы В.В. Сафонова, что радиус кривизны не может быть характеристикой зрительной плавности.

В. Пфейл предлагал для проверки зрительной ясности использовать количественный критерий [11]:

$$K = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\lambda}, \quad (2)$$

$\Delta\lambda$ – изменение угла перспективного изображения пространственной кривой, соответствующее единице пути;

$\overline{\Delta\lambda}$ – изменение угла перспективе на единицу горизонтальной проекции пространственной кривой.

Показатель $K < 1$, по мнению В. Пфейла, характеризует хорошее положение трассы в пространстве. Если $K > 1$, то это показывает, что кривые зрительно воспринимаются пологими, а это может привести к превышению безопасности для данной кривой скорости.

$K < 0$ указывает на то, что направление изогнутости линий в перспективе не соответствует ее направлению в плане. Например, левый поворот воспринимается как правый.

Как видно, предложенный В. Пфейлом математический аппарат позволяет проверить лишь зрительную ясность пространственных линий. Являясь зрительно ясными, кромки проезжей части или другими на дорожном полотне могут быть неплавными. Однако В. Пфейл не приводит дополнительных критериев, позволяющих проверить также и проверку плавности участков дорог.

Следует отметить, что показатель «хорошей трассы» $K > 1$ соответствует случаям совмещения выпуклых кривых в продольном профиле с кривыми в плане. Размещение кривых, особенно на малых участках, на вогнутых участках продольного профиля В. Пфейл считает нежелательными, чтобы повышенная степень их зрительной плавности не стала причиной превышения водителями безопасной скорости. Частные происшествия на кривых малых радиусов, совмещенными вогнутыми вертикальными кривыми отмечаются в статистике ГИБДД [5].

А.А. Кузиков [12] сделал попытку выразить связь между практическими показателями видимой картины дороги и допускаемой при ее восприятии скоростью движения. В качестве геометрических показателей избраны экстремальная кривизна $K_{\text{экс}}$ и ее $\dots S_{\text{экс}}$, которые, по его мнению, наиболее полно характеризуют видимую картину трассы. Эти геометрические показатели определяются для точек оси дороги (а не для кромок проезжей части или бровок дорожного полотна) при скачкообразном перемещении точки зрения также по оси дороги. Проверяемая на плавность линия – ось дороги – центрально проецируется на единичную сферическую поверхность.

В качестве комплексного показателя зрительной плавности Кузиков предлагал использовать предел психологической комбинированной скорости $V_{\text{пс}}$ км/час, который определяется с геометрических показателей $K_{\text{экс}} S_{\text{экс}}$. Результатом выгнутой является эпюра $V_{\text{пр}}$.

Кинематически понимаемую зрительную плавность указанный \dots считает обеспеченной, если получаемая для трассы эпюра не имеет резких колебаний и не опускается ниже уровня расчетной скорости. К сожалению, метод не обеспечивает надежности обратной связи. Поэтому полученные желаемой эпюры считается постепенным приближением.

При оценке метода замечены следующие его недостатки. Исследования, проведенные нами в последние годы, показали, что более полной геометрической характеристики зрительной плавности, кроме наибольшей видимой кривизны $K_{\text{пр}}$, необходимо учитывать наибольшую скорость ее изменения $K'_{\text{пр}}$, а также длину кривой.

В связи с малой изученностью визуально-рефлекторной связи учитывается лишь два из возможных показателя при определении $V_{\text{пс}}$, надежность предлагаемого метода не представляется достаточной.

Следует также отметить, что невозможно раскрыть зрительные перспективы дороги, аналитически исследуя лишь одну из образующих линий, т.е. ось дороги при перемещении точки зрения оси.

Нельзя согласиться и с отрицательным отношением А.А. Кузикова полезности для зрительного анализа применявшихся до сих пор методов. Долголетний опыт пространственного проектирования в нашей стране и за рубежом показал, что использование активных изображений и моделей способствовало созданию новых участков дорог по ландшафтно-архитектурной и транспортной эксплуатационной оценкам. Основным недостатком этих методов – трудоемкость, а не непригодность для зрительного анализа [11].

После дальнейшего усовершенствования такой метод окажется в первую очередь при проектировании пространственных изображений, имеющих малые радиусы в плане. К такому заключению приходят некоторые исследователи, в том числе Е.М. Лобанова [5], которая установила повышенную степень зональной напряженности при проезде кривых, имеющих радиусы менее 800 м. Влияние кривых больших радиусов на режимах движения практически не отражалось. Поэтому можно полагать, что показатель $V_{\text{пс}}$, предложенный А.А. Кузиковым [6], в первую очередь может иметь значение при кинематической оценке критериев, на которых происходит снижение скорости транспортного полотна.

Как видно из обзора, математический метод В. Пфейла [12] приспособлен для контроля зрительной ясности, а методы В.В. Сафонова и А.А. Кузикова [8, 12]

приспособлены для проверки зрительной плавности. Надежность одновременного контроля плавности и ясности рассматриваемых методов не обеспечивает, что является их недостатком.

Заключение

До сих пор методы пространственного проектирования дорог были эмпирическими. Методы проектирования дорог в увязке с ландшафтом еще нуждаются в интенсивной разработке. Изучение опыта пространственного проектирования и главным образом обоснованности количественных рекомендаций показывают, что нужны более эффективные средства исследования этой темы. Для оценки плавности дороги нужны математические показатели и объективные критерии. До тех пор, пока сами понятия «плавность дороги» и «реальная ясность» недостаточно определены с математической точки зрения, не могут быть предложены и их количественные характеристики.

Учитывая вышесказанное, в дальнейшем необходимо:

1. Исследовать количественные показатели кривизны кривых, характеризующие плавность и ясность параллельных проекций пространственных и плоских кривых.
2. Разработать аналитические методы оценки зрительной плавности и ясности траекторий движения глаз водителя лесовозного автомобиля.
3. Усовершенствовать методику пространственного проектирования лесовозных автомобильных дорог на топографических картах.
4. Провести экономическую оценку эффективности применения методики пространственного проектирования лесовозных автомобильных дорог.

Список литературы

1. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 189 с.
2. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. I. М.: Книга по требованию, 2013. 368 с.
3. Бегма И.В., Томаревская Е.С. Проектирование автомобильной дороги с учетом зрительного восприятия. М.: Автотрансиздат, 1963. 152 с.
4. Белятынский А.А., Таранов А.М. Проектирование кривых при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. Киев: Выща школа, 1988. 303 с.
5. Дорохин С.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Повышение эффективности пассивной безопасности на участках лесовозных автомобильных дорог // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17789> (дата обращения: 23.04.2021).
6. Зеликов В.А., Скрыпников А.В., Самцов В.В., Саблин С.Ю., Боровлев А.О. Факторы, влияющие на сложность строительства ведомственных автомобильных дорог // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 2 (38). С. 114–122.
7. Кондрашова Е.В. Проектирование энергосберегающих конструкций лесовозных автомобильных дорог // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 77. С. 423–435.
8. 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.
9. Рябова О.В., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Тихомиров П.В. Изучение географической среды для целей дорожного проектирования // Научный журнал строительства и архитектуры. 2020. № 1 (57). С. 84–95.
10. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Дорохин С.В., Чистяков А.Г. Комплекс программ по моделированию работы автомобильной дороги: модули трасса и колонна // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3 (61). С. 76–82.
11. Чернышова Е.В., Скрыпников А.В., Самцов В.В., Абасов М.А. Лесовозные автомобильные дороги в транспортной сети лесопромышленного предприятия // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 2 (368). С. 95–101.
12. Чирков Е.В., Скрыпников А.В., Боровлев А.О., Прокопец В.С., Высокая И.А. Экспериментальное исследование методов автоматизированного проектирования трассы лесовозной автомобильной дороги // Автоматизация. Современные технологии. 2021. Т. 75. № 1. С. 29–33.

УДК 656.025.2

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ МАРШРУТОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

¹Габдулхаков А.А., ^{1,2}Завалищин Д.С.

¹ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург;

²ФГБУН «Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского» Уральского отделения
Российской академии наук, Екатеринбург, e-mail: zaval@rambler.ru

Исследуются вопросы взаимодействия видов городского пассажирского транспорта с точки зрения построения индивидуальных маршрутов поездок, включая сложные составные поездки с пересадками. Оптимальный для пассажира маршрут выбирается по критерию время – стоимость. Рассматриваются особенности использования метода динамического программирования для планирования таких составных маршрутов. Возможность построения многошагового процесса принятия решений в задаче оптимизации поездки гарантирует оперативные изменения маршрута в случае возникновения нештатных ситуаций. Это обеспечивается принципом оптимальности Р. Беллмана, в соответствии с которым оптимальный маршрут содержит в себе множество подмаршрутов, каждый из которых в свою очередь является оптимальным. Построенная модель оптимизации и вычислительная схема динамического программирования является гибкой в смысле возможностей включения различных модификаций задачи, например использования дополнительных критериев оптимизации. Необходимо также отметить, что в настоящее время разработано и внедрено множество сервисов и мобильных приложений, позволяющих строить маршруты поездок по различным критериям, в том числе и с пересадками. Чаще всего анализируются временные затраты на всю поездку. В данной работе предлагается учитывать и суммарную стоимость поездки исходя из того, что вместо единичного пассажира можно рассматривать группу пассажиров с общим бюджетом, например семью.

Ключевые слова: исследование операций, динамическое программирование, оптимизация, транспортная логистика, неопределенность

DYNAMIC OPTIMIZATION OF COMPLEX ROUTES IN TRANSPORT LOGISTICS

¹Gabdulkhakov A.A., ^{1,2}Zavalisichin D.S.

¹Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg;

²N.N. Krasovskiy Institute of Mathematics and Mechanics of Ural Branch
of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, e-mail: zaval@rambler.ru

The issues of interaction of types of urban passenger transport are investigated from the point of view of building individual travel routes, including complex composite trips with transfers. The optimal route for the passenger is selected according to the time–cost criterion. The features of using the dynamic programming method for planning such compound routes are considered. The ability to construct a multi–step decision–making process in the trip optimization problem guarantees prompt route changes in the event of emergency situations. This is ensured by R. Bellman’s principle of optimality, according to which the optimal route contains many sub–routes, each of which, in turn, is optimal. The constructed optimization model and computational dynamic programming scheme are flexible in the sense of the possibility of including various modifications of the problem, for example, the use of additional optimization criteria. It should also be noted that at present, many services and mobile applications have been developed and implemented that allow you to construct travel routes according to various criteria, including with transfers. Most often, the time spent on the entire trip is analyzed. Here it is proposed to consider the total cost of a trip, proceeding from the fact that instead of a single passenger, a group of passengers with a common budget, for example, a family, can be considered.

Keywords: operations research, dynamic programming, optimization, transport logistics, uncertainty

Интеграция различных видов городского пассажирского транспорта в плане реализации эффективных интермодальных перевозок в настоящее время является довольно актуальной и перспективной областью исследований. Появляется много новых подходов к решению подобных проблем, которые, как правило, заключаются в сочетании и совершенствовании классических методов исследования операций.

Например, в работе [1] авторы рассматривают задачи планирования перевозок и, в частности, уделяют особое внимание интермодальным грузовым перевозкам. Описан системный подход, с помощью

которого решаются проблемы мультимодальных перевозок для большой реальной компании. Подход состоит в комбинировании линейного программирования с методами планирования для получения решений хорошего качества. Предлагается новый алгоритм, объединяющий линейное программирование и оптимальное планирование, решающий возникающие в компании задачи.

В [2] разработана и реализована некоторая параметризованная модель оптимизации мультимодальной транспортировки, целью которой является оценка возможностей увеличения интенсивности работы

мультимодальной транспортной службы. Для реализации модели и алгоритма оптимизации были интегрированы различные методы. Прогрессивная формулировка процесса оптимизации разработана с помощью комбинирования эволюционного алгоритма и конструктивной эвристики.

В работе [3] описывается методика количественной оценки соответствия существующей транспортной сети потребностям территории. Предлагаемый подход предлагает развитие классических результатов в данной области. В отличие от известных результатов, предлагаются количественные характеристики транспортной сети, которые используют информацию о территории с учетом ее неполноты и неопределенности. В статье также предложены показатели, которые позволяют оценить среднюю стоимость перевозки одной единицы груза по сети и относительную эффективность сети путем сравнения данной сети с сетью, в которой каждая пара вершин соединена звеном по прямой линии. Предложенные показатели учитывают неопределенность и неполноту информации о территории. Это становится возможным с помощью использования для их расчета недетерминированной матрицы корреспонденций.

Некоторое множество решений для перевозки пассажиров различными видами транспорта (трамвай, автобус, такси и индивидуальный автомобиль) рассматриваются в [4]. Проводится многокритериальная оценка вариантов, формулируется задача ранжирования по множеству критериев. Таким образом, создается последовательное семейство критериев оценки. Оно включает следующие показатели: время в пути, транспортные расходы, комфорт путешествия, надежность, своевременность, доступность, экологичность, безопасность. На основе анализа интересов построена модель предпочтений.

В рамках ранее проведенных исследований авторами [5–7] в данной работе ставится задача оптимизации маршрута поездки в условиях неопределенности.

Большинство решаемых в повседневной практике проблем в экономической сфере заключаются в множественном выборе. Среди возможных вариантов можно найти лучший, исходя из ограничений, налагаемых на природные, экономические и технологические, человеческие ресурсы. Поэтому необходимость разработки и реализации планирования и управления экономическими ситуациями с использованием математических методов исследования операций очевидна. Поиск эффективных способов планирования сложных процессов приводит к созданию модифицированных методов исследования операций. В частности, в работе представлен подход к проблеме оптимизации маршрута поездки. Рассмотрены перевозки несколькими видами транспорта. Лицо, принимающее решения, может выбрать перевозчиков исходя из информации о начальном пункте отправления, конечном пункте и доступных видах транспорта. Оптимизация процесса принятия решений осуществляется методом динамического программирования [8, 9].

Исходными данными для задачи планирования маршрутов перевозок является транспортная сеть, которая определяет географические возможности с точки зрения доступности различных пунктов отправления и назначения, оценка стоимости услуг всех возможных перевозчиков, ограничения по времени перевозки и данные о расписании маршрутных видов транспорта. Основным вопросом применения динамического программирования для решения задачи оптимального планирования поездки является возможность построения многошагового процесса принятия решений. Для разработки математической модели составной перевозки, позволяющей использовать динамическое программирование для поиска оптимального решения задачи поиска всего маршрута, необходимо описание многошагового процесса принятия решений, схема которого показана на рис. 1.

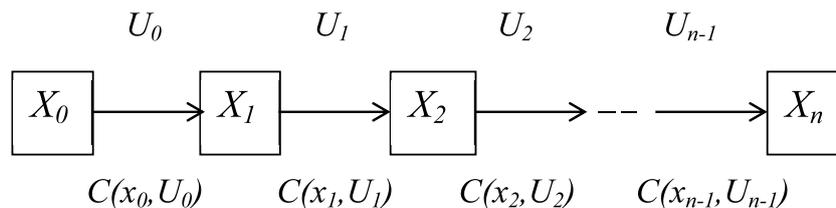


Рис. 1. Схема многошагового процесса принятия решений

Пусть система находится в начальном состоянии X_0 . Состояние X_0 соответствует размещению пассажира в пункте отправления, а решение U_0 будет означать выбор и использование конкретного вида транспорта. Цена принятия такого решения составит $C(X_0, U_0)$. Далее в результате решения U_0 система переходит в состояние X_1 . Состояние X_1 соответствует завершению первой поездки. Затем в результате принятия следующего решения U_1 с ценой $C(X_1, U_1)$ система перейдет в состояние X_2 . Этот процесс будет продолжаться до конечного состояния X_n , когда пассажир достигнет конечного пункта.

Минимальная цена принятия решений за i шагов из j -го состояния описывается рекуррентным соотношением Беллмана

$$f_i(X_j) = \min_{U_j} \{C(U_j, X_j) + f_{i-1}(X_{j+1})\}, \quad (1)$$

где U_j – управление на j -м шаге, $C(U_j, X_j)$ – цена принятия решения на j -м шаге. В качестве U_j реализуется выбор минимальной цены j -й перевозки.

Оптимизация многошагового процесса принятия решений

Алгоритм оптимизации построенного многошагового процесса принятия решений можно описать следующим образом.

1-й шаг. Система находится в предпоследнем состоянии X_{n-1} . Тогда цена принятия решения за один последний шаг составит

$$f_1(X_{n-1}) = \min_{U_{n-1}} \{C(U_{n-1}, X_{n-1})\}.$$

2-й шаг. Система находится в состоянии X_{n-2} . Тогда цена принятия решения за два последних шага составит

$$f_2(X_{n-2}) = \min_{U_{n-2}} \{C(U_{n-2}, X_{n-2}) + f_1(X_{n-1})\}.$$

И так далее до предпоследнего шага.

(n-1)-й шаг. Пусть система находилась в состоянии X_1 . Тогда цена принятия решения за три последних шага может составить одну из альтернатив

$$f_{n-1}(X_1) = \min_{U_1} \{C(U_1, X_1) + f_{n-2}(X_2)\}.$$

n-й шаг. Наконец, пусть система находится в начальном состоянии X_0 . Тогда цена принятия решения за все n шагов составит

$$f_n(X_0) = \min_{U_0} \{C(U_0, X_0) + f_{n-1}(X_1)\}.$$

Эта цена будет соответствовать минимальной стоимости всей поездки.

Для пояснения предлагаемой методики применения динамического программирования к построению оптимальных маршрутов, включающих использование нескольких видов транспорта, можно рассмотреть модельный пример. Пусть планируется поездка из пункта A в пункт D с пересадкой двумя видами транспорта – метро и трамвай. Смена транспорта возможна в одном из двух пунктов: B или C (рис. 2).

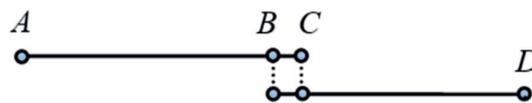


Рис. 2. Схема поездки с пересадкой

В качестве критерия оптимальности выбрано минимальное время поездки. Пусть продолжительность на участках AB , AC , BD и CD составит 30, 40, 40 и 20 мин соответственно. Схема многошагового процесса принятия решений для рассматриваемого примера показана на рис. 3.

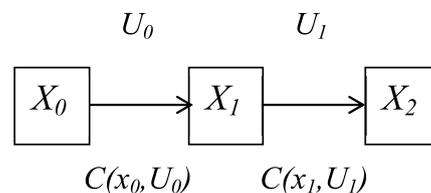


Рис. 3. Схема многошагового процесса принятия решений для двух видов транспорта

Алгоритм оптимизации построенного многошагового процесса принятия решений будет следующим.

1-й шаг. Система находится в предпоследнем состоянии X_1 . Тогда цена принятия решения за один последний шаг составит

$$f_1(X_1 \supset B) = \min \{40\} = 40,$$

$$f_1(X_1 \supset C) = \min \{20\} = 20.$$

2-й шаг. Система находится в состоянии X_0 . Тогда цена принятия решения за два последних шага составит

$$f_2(X_0 \supset A) = \min \left\{ \begin{array}{l} 30 + f_1(X_1 \supset B) \\ 40 + f_1(X_1 \supset C) \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 30 + 40 \\ 40 + 20 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 70 \\ 60 \end{array} \right\} = 60.$$

Эта цена будет соответствовать минимальному времени всей поездки, а оптимальный маршрут пройдет через пункты $A \rightarrow C \rightarrow D$.

Случай случайных параметров

Рассматривается задача динамического планирования, составленного из участков маршрута с учетом их случайного состояния [10]. Пусть весь маршрут имеет J возможных вариантов. Индексом j обозначается номер выбранного маршрута $i \in J$.

Если маршрут выбран, то затраты времени на прохождение j -го маршрута составят

$$t_{k+1}^{(j)} = t_k^{(j)} + b_k^{(j)}, \quad t_0^{(j)} = 0, \quad k = 0, \dots, K-1, \quad (2)$$

где $b_k^{(j)}$ – случайное время прохождения участка, соединяющего k -й и последующий узел j -го маршрута.

В качестве второго критерия рассматривается стоимость прохождения маршрута, которая будет складываться из цены отдельных участков

$$c_{k+1}^{(j)} = c_k^{(j)} + d_k^{(j)}, \quad c_0^{(j)} = 0, \quad k = 0, \dots, K-1, \quad (3)$$

где $d_k^{(j)}$ – стоимость поездки на участке между k -м и последующим узлом j -го маршрута.

Кроме времени поездки и ее стоимости могут учитываться другие показатели прохождения маршрута, например экологический ущерб от загрязнения воздуха. В последнее время крупные пассажирские транспортные компании учитывают этот показатель.

При смене вида транспорта возможны задержки, с учетом которых уравнения (2) примут вид

$$\begin{aligned} t_{k+1}^{(j)} &= t_k^{(j)} + b_k^{(j)} + q_k^{(j)}, \\ t_0^{(j)} &= 0, \quad k = 0, \dots, K-1, \end{aligned} \quad (4)$$

где $q_k^{(j)}$ – случайное время задержки в k -й точке j -го маршрута.

Представление стоимости и продолжительности перевозок

Введенные обозначения требуют представления исходных данных о продолжительности поездок по участкам транспортной сети в данные в виде массивов, соответствующих набору маршрутов, с учетом того, что один и тот же участок может входить в разные маршруты.

Рассмотрим более подробно формирование случайного времени $b_k^{(j)}$ при поездке по участку, соединяющему k -й и последующий узел j -го маршрута. Коэффициенты

$b_k^{(j)}$ составляют матрицу \mathbf{B} размера $J \times K$, где J – число возможных маршрутов, K – максимальное количество участков в маршруте. Если число участков в j -м маршруте меньше $K_j < K$, то предполагается, что $b_k^{(j)} = 0$ при $k = K_j + 1, \dots, K$. Поскольку одни и те же участки входят в различные маршруты, то общее число M этих участков меньше, чем $J \times K$. Следовательно, нет необходимости хранить $J \times K$ матрицу \mathbf{B} , а время прохождения участка можно рассчитывать на основе вектора данных $X = \{x_1, \dots, x_M\} \in R^M$ о продолжительности переходов по всем M участкам транспортной сети и конфигурации маршрута. Вектор $B^{(j)} = \{b_1^{(j)}, \dots, b_K^{(j)}\}$, содержащий информацию о длительности перемещений по участкам маршрута, можно представить в виде

$$B^{(j)} = C^{(j)} X, \quad (5)$$

где $C^{(j)}$ – $K \times M$ матрица, состоящая из 0 и 1 и отображающая исходную транспортную сеть в j -й маршрут.

Случайная продолжительность поездок по участкам маршрута

В случае, если решение о выборе маршрута принимается однократно, то уравнение (2) для расчета времени прохождения по маршруту можно записать в виде

$$T^{(j)} = l^T C^{(j)} X, \quad l = \{1, 1, \dots, 1\} \in R^K. \quad (6)$$

Пусть x_m – время поездки по m -му участку сети зависит от его состояния, то есть от случайной величины ξ_m , а дискретная случайная величина ξ_m описывает состояние сегмента маршрута, например $\xi_m = 0$, если такая поездка возможна, и $\xi_m = 1$, если поездка невозможна. Также могут быть приняты во внимание другие случайные состояния, такие как инциденты, погодные условия и т.п. На основе статистических данных можно записать изменение этой случайной величины в виде марковской цепи или задать вероятности нахождения в каждом из состояний.

Время, необходимое для прохождения участка маршрута, зависит от его состояния, но на него влияют другие факторы, как случайные, так и неслучайные. Таким образом, время транспортировки на участке записывается в виде

$$x_m = \bar{x}(\xi_m) + \zeta_m, \quad m = 1, \dots, M \quad (7)$$

или в векторной форме

$$X = \bar{X}(\xi) + \zeta. \quad (8)$$

*Характер распределения
случайных параметров*

Суммарная стоимость всей поездки складывается из стоимостей услуг субперевозчиков, и незначительные колебания этих стоимостей могут существенно сказываться на общей цене. Кроме того, логично учитывать и другие факторы, определяющие разброс цены поездки. Это могут быть конъюнктура рынка перевозок, колебания цены на топливо, изменения цены в зависимости от сезона или даже времени суток и многие другие. Не говоря о редких событиях, связанных с нештатными ситуациями и форс-мажорами, влияние которых может быть достаточно сильным. Поэтому общая цена поездки является в известной

степени случайной величиной. То же можно сказать и о случайном характере ее продолжительности. Но всё-таки значения этих случайных величин ограничены некоторыми конечными интервалами. Подходящее распределение для рассматриваемых случайных величин должно быть унимодальным и асимметричным. Поэтому популярное в обсуждаемой области равномерное или нормальное распределения недостаточно отражают действительность. В последнее время аналитики часто используют бета-распределение [9]. Его плотность является непрерывной унимодальной функцией с формой графика, задаваемого двумя параметрами: α и β .

Плотность бета-распределения определяется формулой

$$B(x, \alpha, \beta) = \begin{cases} \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}, & 0 \leq x \leq 1, \\ 0, & x < 0, \quad x > 1, \end{cases} \quad (9)$$

где $B(\alpha, \beta)$ – бета-функция.

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx. \quad (10)$$

Бета-распределение имеет место в случае, когда помимо наличия большого количества случайных факторов, каждый из которых в отдельности оказывает незначительное, несущественное влияние, присутствует несколько факторов, также случайных, число которых невелико, а влияние существенно [9].

Формулировка оптимизационной задачи

Если не учитывать возможность изменения решения о маршруте во время нахождения в пути, то получается задача о выборе оптимального решения в задаче стохастической оптимизации со случайной целевой функцией $T^{(j)} \rightarrow \min_j, T^{(j)} = l^T C^{(j)} (\bar{X}(\xi) + \zeta)$. В соответствии с современными подходами желательно не ограничиваться оптимизацией среднего значения, а использовать квантильный критерий $q_\alpha^{(j)} T^{(j)} \rightarrow \min_j$, где $q_\alpha^{(j)}$ – квантиль вероятности $1 - \alpha$ для продолжительности всего маршрута $P\{T^{(j)} \leq q_\alpha^{(j)}\} \geq 1 - \alpha$. Можно также рассматривать комплекс из двух критериев.

Более интересной является динамическая постановка задачи выбора маршрута

с учетом возможности изменения решения в некоторых промежуточных пунктах в зависимости от поступающей информации о состоянии транспортной сети.

В этом случае состояние участков перевозок описывается марковской цепью с непрерывным временем, а для выбора оптимального решения используется динамическое программирование.

Заключение

Использование динамического программирования для решения задач оптимизации маршрутов поездок в стохастической постановке оправдано, если применение стандартных методов является затруднительным. Кроме того, если объект исследования меняет свою структуру или характеристики, построенный многошаговый процесс принятия решений позволит оперативно корректировать алгоритм получения оптимального решения. Результаты исследования могут быть полезны для математического моделирования транспортных сетей в контексте развития и скоростного сухопутного транспорта, в частности для планирования железнодорожных пассажирских и грузовых перевозок.

Исследование выполнено при поддержке средств федерального бюджета в рамках проекта «Оптимизация транспортно-логистической системы на основе моделирования развития транспортной инфраструктуры и моделей потребительских предпочтений».

Список литературы

1. Florez J.E., Reyna A.T.A., Garcia J., Lopez C.L., Olaya A.G., Borrajo D. Planning Multi-Modal Transportation Problems. Proc. of the XXIst Int. Conf. on Automated Planning and Scheduling Computing Surveys, ICAPS-11. 2011. P. 66–73. [Electronic resource]. URL: <http://aaai.org/ocs/index.php/ICAPS/ICAPS11/paper/view/2701> (date of access: 12.14.2021).
2. Pereira D.C., Valle A.G., Prado R.R., Monteil N.R., Vilas D.R. Hybrid Algorithm for the Optimization of Multi-modal Freight Transport Services: Maritime Application. Proc. of the Winter Simulation Conference. 2013. P. 3406–3417. DOI: 10.1109/WSC.2013.6721704.
3. Мартыненко А.В. Количественные оценки взаимного влияния транспортной сети и территории // Вестник УрГУПС. 2017. № 3 (35). С. 29–39.
4. Owczarzak Ł., Żak J. Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation. Transportation Research Procedia. 2015. Vol. 10. P. 472–482.
5. Zavalischin D.S. Dynamic Programming in Applied Optimization Problems. AIP Conf. Proc. 2015. Vol. 1690. P. 020009-1-020009-7.
6. Zavalischin D.S., Popkov A.D. Dynamic Programming Method for Optimization Problem of Multi-Modal Transportation. Proc. of 3rd Russian Conf. on Mathematical Modeling and Information Technologies, Yekaterinburg. CEUR Workshop Proc. 2017. Vol. 1825. P. 118–122.
7. Завалищин Д.С., Тимофеева Г.А. Транспортная сеть с неопределенными параметрами: оптимизация маршрута // Транспорт Урала. 2013. № 3 (38). С. 3–6.
8. Bellman R.E. An introduction to the theory of dynamic programming. The Rand Corporation, Santa Monica, Calif., 1953. 107 p.
9. Wagner H.M. Principles of Operations Research: With Applications to Managerial Decisions. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1975. 1039 p.
10. Голенко-Гинзбург Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками. Воронеж: «Научная книга», 2010. 284 с.

УДК 004.896

РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ КОАЛИЦИЙ АГЕНТОВ

Горященко А.С.

*ФГУ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, Москва, e-mail: a.goriashchenko@gmail.com*

В настоящее время представляют интерес возникающие на практике распределительные задачи с динамически изменяющимися условиями. Решение таких задач с использованием мультиагентной системы позволяет учитывать их динамические особенности. В настоящей работе решается динамическая распределительная задача перевозки однородного ресурса от источников в приемники. Рассматривается постановка задачи, в которой каждый источник не может удовлетворить потребность приемника самостоятельно, поэтому для этого требуется формирование коалиций источников. Каждый из источников и приемников представляется одним агентом. В процессе моделирования возможно изменение характеристик агентов. Для рассматриваемой в настоящей работе модельной транспортной задачи предложен распределенный алгоритм на основе жадного решения. С целью оценки качества полученного решения предлагается применение вычислительного эксперимента, связанного с моделированием решения задачи при различных входных данных. Описан алгоритм генерации случайных входных данных, который был применен в настоящей работе. Полученные результаты работы предложенного алгоритма сравниваются с результатами, полученными оптимальным алгоритмом в области его применимости. Установлено, что результаты предложенного алгоритма для проведенной серии экспериментов отличаются от оптимальных на 12–17%.

Ключевые слова: агентное моделирование, мультиагентная система, формирование коалиций агентов, решение транспортной задачи

SOLVING DYNAMIC DISTRIBUTION PROBLEM BASED ON COALITIONS OF AGENTS

Goryashchenko A.S.

*Federal Research Center «Computer Science and Control» of RAS, Moscow,
e-mail: a.goriashchenko@gmail.com*

At present, distribution problems with dynamically changing conditions that arise in practice are of interest. Solving such problems using a multi-agent system allows taking into account their dynamic properties. In this work, we solve the dynamic distribution problem of transporting a homogeneous resource from sources to receivers. The case in which each source cannot satisfy the needs of the receiver individually is considered, therefore, the formation of sources' coalitions is required. Each of the sources and receivers is represented by one agent. During the modeling process, the characteristics of agents can be changed. For the model transportation problem considered in this paper, a distributed algorithm based on a greedy solution is proposed. In order to assess the quality of the obtained solution, it is proposed to use a computational experiment modeling the solution to the problem for various input data. A method for generating random input data is described. The obtained results of the proposed algorithm are compared with the results obtained by the optimal algorithm for the cases where the optimal algorithm is applicable. The results of the proposed algorithm for a series of experiments have been found to differ from the optimal ones by 12–17%.

Keywords: agent modeling, multi-agent system, coalition formation, transportation problem solving

Задача оптимизации распределения ресурсов возникает в различных областях, таких, как минимизация времени при выполнении заказов, распределение рекламы на телевидении для максимизации получаемого отклика [1], минимизация нагрузки оборудования для интернета вещей (IoT) [2] и т.д. Показано, что она относится к классу NP-полных задач [1], поэтому разработка оптимизированных подходов к ее решению является актуальной и практически значимой. Развитие метода агентного моделирования [3] привело к широкому использованию мультиагентных систем как технологической платформы для реализации недетермини-

рованных конечных автоматов в виде программных агентов.

В настоящее время представляют интерес задачи с динамически изменяющимися условиями в процессе решения. В этом случае практически неприменимы ранее разработанные способы решения задачи распределения ресурсов с помощью линейного программирования.

Решение распределительных задач на основе использования мультиагентной системы позволяет учитывать динамические особенности задач, возникающих на практике. Одним из направлений исследований является формирование коалиций агентов для совместного достижения общей

цели, которая не может быть достигнута каждым агентом по отдельности [4]. Коалиционный подход представляется перспективным, но приводит фактически к новому классу распределительных задач, что требует дополнительного изучения. Предлагаемый в настоящей работе подход к решению задачи разбивается на несколько этапов: формирование коалиций агентов, решение модельной задачи разработанным и известным оптимальным алгоритмами на входных данных, для которых применим оптимальный алгоритм, оценка близости полученных решений.

Задача и алгоритмы формирования коалиций

Задача формирования коалиций определяется следующим образом. Пусть имеется конечное множество агентов A и характеристическая функция $f(A)$, которая каждой коалиции (т.е. подмножеству агентов) из A ставит в соответствие числовое значение. Целью является разбиение множества агентов A на коалиции A_1, A_2, \dots, A_m таким образом, чтобы максимизировать суммарное значение характеристических функций для полученных коалиций $\sum f(A_i) \rightarrow \max$ [5]. Задача формирования коалиций агентов является NP-полной [6], поэтому точное решение возможно только для нескольких десятков агентов, для большего числа применяются приближенные алгоритмы.

Рассмотрим особенности некоторых алгоритмов, предложенных к настоящему времени.

В алгоритме [7] все возможные коалиции и связи между ними представляются в виде многоуровневого графа. Узлы графа – коалиции, ребра – соединяют те узлы, коалиции в которых отличаются ровно на один элемент. В работе доказано утверждение, что если из графа удалить ребра, оставив только ровно одно, ведущее к каждой вершине, то оптимальное решение все равно будет найдено. Таким образом, можно не вычислять все возможные состояния, а ограничиться одним переходом к соседней коалиции (т.е. одним ребром). Алгоритм способен находить решение для 25 агентов. Время работы алгоритма оценивается как $O(3^n)$.

Алгоритм IP способен работать на нескольких вычислительных узлах [6]. Благодаря тому, что коалиции хранятся в двоичном представлении и вычислительные узлы имеют уникальные идентификаторы, становится возможным не передавать список всех коалиций каждому вычислительному узлу. На основании этой ин-

формации любой вычислительный узел может самостоятельно выделить подмножество коалиций, которое он должен обработать, таким образом, не требуется дополнительной координации между вычислительными узлами. Для каждого подмножества коалиций вычисляются оценки и отсекаются коалиции, которые гарантированно не смогут увеличить значение коалиции. Вычислительные узлы обмениваются между собой этой информацией, и каждый вычисляет общее среднее и максимальное значения весов коалиций, при этом в соответствии с полученными оценками отсекаются все бесперспективные решения. Алгоритм является итерационным. Однако время работы алгоритма в самом плохом случае составляет $O(n^n)$. Эксперименты были проведены для 28 агентов.

Для нахождения решения задачи формирования коалиций для числа агентов в несколько сотен или тысяч могут быть использованы только приближенные алгоритмы. Одним из недавно разработанных является алгоритм C-Link [5]. Он основан на использовании функции взаимозависимости, которая определяет «выигрыш» от объединения двух выбранных коалиций в одну. Функция состоит из супераддитивной (возрастающей) и субаддитивной (убывающей) частей. Таким образом, на некотором этапе процесса формирования коалиций возможны «потери» от объединения коалиций агентов в одну, что ограничивает количество агентов в каждой коалиции. На первом шаге работы алгоритма «коалиция» содержит одного агента. Затем на каждом шаге определяются две коалиции, которые дают наибольший выигрыш при объединении их в одну. Эти коалиции объединяются, и процесс повторяется. Алгоритм останавливается, когда не удастся найти кандидатов на объединение. Авторы установили, что для количества агентов не более 25 (которые может обработать оптимальный алгоритм IP), близость полученных решений к оптимальным составляет около 90%. Алгоритм был протестирован для 2732 агентов, время работы составило несколько минут.

Обобщением задачи формирования коалиций является класс задач Coalitional Skill Games (CSG) [8]. У агентов имеется некоторый набор навыков. При объединении агентов в коалицию их навыки объединяются. У заданий есть набор требований к навыкам, которыми должна обладать коалиция агентов для того, чтобы коалиция могла их выполнить. Требуется сформиро-

вать такие коалиции агентов, чтобы выполнить максимальное количество заданий. Задача во многих случаях является NP-полной [8, 9]. В работе [10] для решения задач класса CSG был использован генетический алгоритм. Оценивалось время работы алгоритма, но анализ оптимальности не проводился. Авторы работы [11] предложили решение путем агентного моделирования с использованием мультиагентной системы. Авторы измеряли количество сообщений, которыми обменивались агенты, для формирования коалиций. В то же время анализ оптимальности полученного решения не проводился.

Таким образом, к настоящему времени созданы алгоритмы формирования коалиций агентов для разных классов задач. Точное решение возможно только для нескольких десятков агентов, для большего числа применяются приближенные алгоритмы. На основе полученных коалиций далее решается распределительная задача.

Подходы к решению распределительной задачи с применением коалиций

Одной из хорошо разработанных подзадач распределительных задач является транспортная. В настоящей работе решается динамическая распределительная задача перевозки однородного ресурса от источников в приемники, в которой возможно изменение характеристик агентов.

В классической постановке транспортной задачи, если суммарное количество имеющегося у источников и требуемого приемниками ресурса равно, то она является задачей линейного программирования. Известно несколько алгоритмов оптимального решения открытых и закрытых транспортных задач, минимизирующих суммарную стоимость перевозок [12].

В настоящей работе модельная транспортная задача формулируется следующим образом.

Заданы:

- 1) m источников с количеством имеющегося ресурса $a_i, i = 1..m$;
- 2) n приемников с потребностью в ресурсе $b_j, j = 1..n$;
- 3) $a_i < b_j$, для всех i и j ;
- 4) $\sum_i a_i \leq \sum_j b_j$;
- 5) матрица стоимости $c_{ij} > 0$ перевозки из источника i в приемник j ;
- 6) вспомогательная функция $\tau_i = \begin{cases} b_j, & \text{если } \sum_i x_{ij} = b_j \text{ (потребность приемника удовлетворена),} \\ 0 & \text{иначе, потребность не удовлетворена.} \end{cases}$

Требуется найти $x_{ij} \geq 0$, такие что:

- 1) $\sum_j \tau_j \rightarrow \max$ (в случае $\sum_i a_i = \sum_j b_j$ выполняется равенство $\sum_j \tau_j = \sum_j b_j$);
- 2) $\sum_j \sum_i c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$ (минимизация общей стоимости перевозки).

В случае если количество ресурса у каждого источника меньше потребности любого приемника (условие в п.3), то необходимо формировать коалиции источников для удовлетворения потребности каждого приемника. Характеристической функцией W является сумма количества ресурсов тех источников, которые входят в состав коалиции:

$$W = \sum_i a_i \cdot \sigma,$$

где $\sigma = \begin{cases} 1, & \text{если } c_{ij} = \min \text{ для приемника } j \text{ и выбранного свободного источника } i, \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases}$

Возмущающими факторами в процессе моделирования решения задачи являются:

1. Изменение количества источников случайным образом.
2. Изменения имеющегося ресурса у источников случайным образом.

Алгоритм решения распределительной задачи с применением коалиций

Для описанной модельной транспортной задачи был предложен распределенный алгоритм на основе жадного решения поставленной задачи [13].

1. Приемники сортируются в порядке уменьшения потребности ресурсов.

2. Для каждого приемника все доступные источники сортируются по увеличению значений c_{ij} и по уменьшению имеющегося ресурса.

3. Если суммарное количество ресурса у источников превышает потребность приемника, то часть источников из начала списка формируют коалицию для удовлетворения потребности этого приемника. Значение количества ресурсов в этих источниках становится равным 0.

4. Если суммарное количество ресурса у источников недостаточно, то алгоритм сообщает о невозможности удовлетворения потребности этого приемника и переходит к следующему.

Алгоритм останавливается, если либо потребности всех приемников удовлетворены, либо если суммарное количество ресурса, оставшееся у всех источников, меньше потребности приемника с наименьшим ее значением.

Важным свойством предложенного алгоритма является то, что информация о числе источников и количестве имеющегося у них ресурса обновляется при переходе к следующему приемнику. Таким образом, допускается динамическое изменение количества и свойств агентов в процессе моделирования.

Предложенный алгоритм был реализован с использованием мультиагентной системы SPADE. Было установлено, что время работы программной реализации для 20 источников и 100 приемников составляет около 5 минут на персональном компьютере Intel Core i5 2,6 GHz, 4 Gb RAM, Win7 [13].

Проведение вычислительного эксперимента

Поскольку теоретическое доказательство близости решения к оптимальному является затруднительным, то в настоящей работе предлагается применение вычислительного эксперимента, связанного с моделированием решения задачи при различных входных данных в условиях, когда применим оптимальный алгоритм. Полученные данные сравниваются с результатами, полученными оптимальным алгоритмом. В качестве основного критерия сравнения результатов используется значение суммарной стоимости перевозок (п. 2 формулы (2)). Дополнительным критерием качества может служить количество сообщений между агентами, отправленными в процессе моделирования.

Начальные входные данные генерируются следующим образом. Задается:

- 1) количество агентов-приемников;

- 2) максимальная потребность агентов-приемников в ресурсах $FactoryMaxWeight$;

- 3) количество агентов-источников;

- 4) максимальное количество ресурса агентов-источников $TruckMaxWeight$.

- 5) Агенты располагаются на поле размером 100×100 .

Создается требуемое количество агентов-приемников, для каждого приемника положение по оси X – случайное значение в диапазоне [1, 100]; положение по оси Y – случайное значение в диапазоне [1, 25]; потребность в ресурсах – случайное значение в диапазоне [$TruckMaxWeight + 1$, $FactoryMaxWeight$]. Также суммируется и запоминается общая потребность в ресурсах для всех агентов-приемников.

Создается требуемое количество агентов-источников, для каждого источника положение по оси X – случайное значение в диапазоне [1, 100]; положение по оси Y – случайное значение в диапазоне [75, 100]; количество ресурса – случайное значение в диапазоне [1, $TruckMaxWeight$]. Суммируется общее количество ресурса для всех источников. Если оно не равно общей потребности в ресурсах для всех агентов-приемников, то значение количества ресурса для некоторых источников изменяется таким образом, чтобы общее количество было равно общей потребности в ресурсах.

Для работы оптимального алгоритма требуется расчет матрицы транспортных расходов, представляющей стоимость перевозки единицы ресурса каждым источником на каждый приемник. Стоимость пропорциональна расстоянию от каждого источника до каждого приемника.

Затем с использованием одних и тех же полученных начальных данных вычисляются суммарные затраты на перевозку оптимальным и предложенным алгоритмом. Значение суммарных затрат, полученных оптимальным алгоритмом, принимается за 100%, после чего вычисляются превышенные значения суммарных затрат, полученных предложенным алгоритмом.

На рисунке приведена схема автоматизированной системы сравнения результатов.

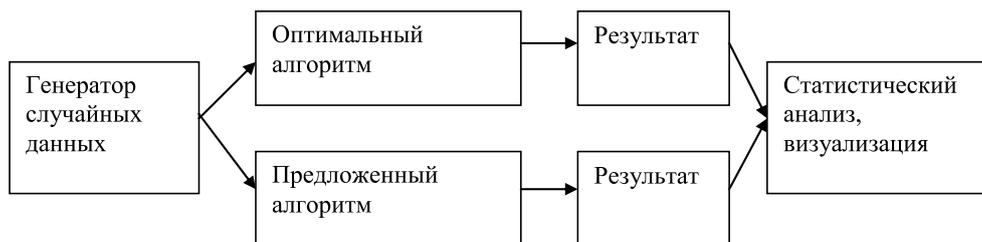


Схема автоматизированной системы сравнения результатов алгоритмов

Результаты вычислительного эксперимента

В качестве примера рассмотрим один из случайно созданных наборов входных данных. В нем 5 приемников и 20 источ-

ников. В табл. 1 и 2 приведены количества имеющихся и требуемых ресурсов и значения количества ресурса, передаваемые из источника на приемник; символом “;” отделено значение из матрицы стоимости перевозки по выбранному пути.

Таблица 1

Решение, полученное оптимальным алгоритмом

		Приемник	1	2	3	4	5
		Потребность	144	130	148	145	133
Источник	Кол-во ресурса						
1	26				26;73		
2	58		58;79				
3	45					45;81	
4	3					3;82	
5	12		12;93				
6	36				15;81		21;81
7	18		12;99	6;84			
8	58						58;83
9	25					25;83	
10	67			28;92	39;95		
11	32				32;80		
12	16				16;85		
13	20				20;81		
14	44			44;74			
15	54						54;91
16	12		12;93				
17	50		50;91				
18	52			52;86			
19	34					34;62	
20	38					38;66	

Суммарная стоимость перевозок составляет 57729.

Таблица 2

Решение, полученное предложенным алгоритмом

		Приемник	1	2	3	4	5
		Потребность	144	130	148	145	133
Источник	Кол-во ресурса						
1	26		26;90				
2	58		58;79				
3	45					19;81	26;95
4	3						3;94
5	12			12;78			
6	36				15;81		
7	18			18;84			
8	58				2;84	58;71	
9	25						25;97
10	67						67;98
11	32				32;80		
12	16					16;80	
13	20			14;86	6;81		
14	44		44;90				
15	54					54;79	
16	12						12;116
17	50		16;91	34;80			
18	52			52;86			
19	34				34;80		
20	38				38;83		

Суммарная стоимость перевозок равна 59382.

Результат, полученный с помощью предложенного алгоритма, отличается от оптимального решения в рассмотренном случае на 3%. Данный результат для установленных начальных данных свидетельствует о хорошем качестве получаемого решения.

Было проведено сравнение для трех серий (5 приемников и 20, 50 или 100 источников) по 100 случаев в каждом. Установлено, что результаты предложенного алгоритма – суммарная стоимость перевозки – отличаются от результатов оптимального алгоритма на 12–17%.

Заключение

В работе рассмотрена распределительная задача с динамически изменяющимися условиями в процессе решения, к которой практически неприменимы ранее разработанные способы решения на основе динамического программирования. Предложено решение поставленной задачи с использованием мультиагентной системы на основе формирования коалиций агентов-источников, описан разработанный алгоритм. Этот подход применим к более широкому классу динамических задач. С целью оценки качества получаемых решений проведен вычислительный эксперимент для сравнения полученных результатов с результатами оптимального алгоритма на входных данных, к которым применим оптимальный алгоритм. Установлено, что результаты предложенного алгоритма для проведенной серии экспериментов отличаются от оптимальных на 12–17%.

Список литературы

1. Karabati S., Kouvelis P., Yu G. A min-max-sum resource allocation problem and its applications. *Operations Research*. 2020. Vol. 49. No. 6. P. 913–922.
2. Sangaiah A.K., Hosseinabadi A.A.R., Shareh M.B., Bozorgi Rad S.Y., Zolfagharian A., Chilamkurti N. IoT resource allocation and optimization based on heuristic algorithm. *Sensors*. 2020. Vol. 20. No. 2. P. 539.
3. Поспелов Д.А. От моделей коллективного поведения к многоагентным системам // Программные продукты и системы. 2003. № 2. С. 39–44.
4. Janovsky P., DeLoach S.A. Multi-agent simulation framework for large-scale coalition formation. 2016 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI). IEEE. 2016. P. 343–350.
5. Farinelli A., Bicego M., Ramchurn S.D., Zucchelli M. C-Link: A Hierarchical Clustering Approach to Large-scale Near-optimal Coalition Formation. *IJCAI*. 2013. P. 106–112.
6. Rahwan T., Michalak T.P., Wooldridge M., Jennings N.R. Coalition structure generation: A survey. *Artificial Intelligence*. 2015. Vol. 229. P. 139–174.
7. Rahwan T., Michalak T., Jennings N. A hybrid algorithm for coalition structure generation. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2012. Vol. 26. No. 1. P. 1443–1449.
8. Bachrach Y., Parkes D.C., Rosenschein J.S. Computing cooperative solution concepts in coalitional skill games. *Artificial Intelligence*. 2013. Vol. 204. P. 1–21.
9. Rahwan T., Nguyen T.-D., Michalak T., Polukarov M., Croitoru M., Jennings N.R. Coalitional games via network flows. *Proceedings of the 23rd International Joint Conference on AI, IJCAI*, 2013. P. 324–331.
10. Liu Y., Zhang G.F., Su Z.P., Yue F., Jiang J.G. Using computational intelligence algorithms to solve the coalition structure generation problem in coalitional skill games. *Journal of Computer Science and Technology*. 2016. Vol. 31. No. 6. P. 1136–1150.
11. Khalouzadeh L., Nematbakhsh N., Zamanifar K. A decentralized coalition formation algorithm among homogeneous agents. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*. 2010. Vol. 22. No. 1. P. 36–42.
12. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. М.: Наука, 1969. 368 с.
13. Goryaschenko A. Algorithm and Application Development for the Agents Group Formation in a Multi-agent System Using SPADE System. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 70. P. 1136–1143.

УДК 620.91:004.89

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ МОЩНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ (ФЭС) НА БАЗЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С УЧЕТОМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

¹Динь В.Т., ^{1,2}Юрченко А.В., ²Данг Т.Ф.Т., ³Нгуен Д.К.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, e-mail: dinh88@mail.ru, niipp@inbox.ru;

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, e-mail: dangthiphuongchung2018tsu@gmail.com;

³Военно-промышленный колледж, Ханой, e-mail: kqh1215@gmail.com

Солнечная энергия является одним из наиболее перспективных экологически чистых источников энергии. Ее доля на мировом рынке значительно возрастает благодаря достижениям в области фотоэлектрических (PV) технологий, которые позволили разработать более эффективные фотоэлектрические панели солнечных батарей и существенно снизить их стоимость. Однако на выработку электроэнергии из солнечных батарей влияют различные метеорологические факторы, такие как солнечная радиация, облачный покров, количество осадков и температура. Эта изменчивость оказывает неблагоприятное влияние на крупномасштабную интеграцию солнечной энергии в системы энергоснабжения. Поэтому для успешной интеграции солнечной энергии в электрическую сеть необходимо точное прогнозирование мощности, вырабатываемой фотоэлектрическими панелями. Была рассмотрена задача прогнозирования фотоэлектрической мощности на ближайшие дни с интервалом 30 мин. Такой прогноз достаточно полезен для проведения анализа состояния солнечных фотоэлектрических установок и для принятия соответствующих решений. В работе использованы данные из различных источников, в том числе исторические данные о мощности фотоэлектрических установок, исторические данные о метеорологических параметрах, а также прогнозы погоды. Многие современные алгоритмы составляют единую модель прогнозирования для всех вариантов метеорологических параметров. В отличие от этого, мы используем кластеризацию для разделения дней на группы со схожими характеристиками метеорологических параметров, а затем создаем отдельную модель прогнозирования мощности фотоэлектрических станций для каждой группы. Полученные результаты показывают многообещающий потенциал для применения в реальных условиях, особенно для фотоэлектрических установок, находящихся в Сибири и на Дальнем Востоке.

Ключевые слова: фотоэлектрические системы, прогнозирование мощности ФЭС, машинное обучение, нейронные сети, метеорологические параметры

POWER FORECASTING OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS BASED ON MACHINE LEARNING USING METEOROLOGICAL PARAMETERS IN SIBERIA AND THE RUSSIAN FAR EAST

¹Dinh V.T., ^{1,2}Yurchenko A.V., ²Dang T.P.T., ³Nguyen D.K.

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: dinh88@mail.ru, niipp@inbox.ru;

²National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: dangthiphuongchung2018tsu@gmail.com;

³Military Industrial College, Hanoi, e-mail: kqh1215@gmail.com

Solar energy is one of the most promising environmental-friendly power sources. Its proportion in the global energy market is increasing significantly thanks to photovoltaic (PV) technology developments, which have made it possible to produce more efficient photovoltaic solar panels and substantially reduce their cost. However, solar panel power generation is affected by various meteorological factors such as solar radiation, cloud cover, precipitation, and temperature. This variability has an unfavorable effect on the large-scale integration of solar energy into energy supply systems. Therefore, the successful integration of solar energy into the electric grid requires accurate prediction of the power generated by photovoltaic panels. The task of predicting photovoltaic power for the coming days in 30-minute intervals was considered. Such prediction is sufficiently valuable for analyzing the condition of solar PV plants and for making related decisions. This paper uses various data sources, including historical photovoltaic power output data, historical meteorological parameter data, and weather forecasts. Numerous existing algorithms build a single prediction model for all variants of meteorological parameters. We, in contrast, apply clustering to divide days into groups with similar meteorological characteristics and then create a separate photovoltaic power prediction model for each group. The results show promising potential for real-world applications, especially for photovoltaic systems based in Siberia and the Far East.

Keywords: photovoltaic systems, power forecasting, machine learning, neural networks, meteorological parameters

В настоящее время солнечная энергия является одним из важнейших возобновляемых источников энергии. Солнечную энергию можно легко получать с помощью фотоэлектрических панелей, как не-

больших установок на крышах домов, так и отдельных крупных фотоэлектрических станций (ФЭС). Благодаря повышению эффективности и доступности, в последние годы наблюдается быстрый рост количества

установленных фотоэлектрических солнечных панелей по всему миру. Кроме того, благодаря своей экологической чистоте, во многих странах правительство поощряет использование солнечной энергии путем создания необходимых стимулирующих мер и поддержки. По всем этим причинам солнечная энергия, как ожидается, внесёт значительный вклад в глобальное энергоснабжение в ближайшем будущем. Согласно данным исследований, в ближайшие четыре года мощность установленных фотоэлектрических энергосистем по всему миру увеличится втрое и достигнет 540 ГВт, а к 2050 г. около 30% электроэнергии в мире будет поставляться из фотоэлектрических систем [1].

Несмотря на то, что солнечная энергия имеет много преимуществ по сравнению с другими традиционными источниками энергии, такими как уголь и природный газ, вырабатываемая мощность фотоэлектрических батарей сильно варьируется, так как она зависит не только от солнечного излучения, температуры, но и от других метеорологических факторов, таких как скорость ветра, солнечные часы, влажность, облачный покров, осадки и т.д. Солнечная энергия также является прерывистым источником энергии, так как она доступна только в дневное время [2, 3]. Такая изменчивость и прерывистость солнечной энергии делает ее крупномасштабную интеграцию в энергосистему сложной задачей. В солнечной энергии часто происходят неожиданные изменения, негативно влияя на баланс сети и увеличивая эксплуатационные расходы. В связи с непостоянным и неуправляемым характером точный прогноз вырабатываемой солнечной электроэнергии имеет существенное значение для сетевого оператора и компаний, поставляющих электрическую энергию из фотоэлектрической системы. Чтобы получить максимальную экономическую выгоду от фотоэлектрической системы, необходимо разработать алгоритм для поддержания стабильности энергоснабжающей системы. Такая стабильность может быть достигнута путем создания методов прогнозирования вырабатываемой мощности и обеспечения приблизительного производства в будущем. Это позволяет энергоснабжающим компаниям создавать управляющий механизм для переключения между имеющимися доступными источниками энергии, присутствующими в данной комбинированной станции.

Целью данной работы является исследование производительности существующих современных методов машинного обучения для прогнозирования вырабатываемой солнечной мощности с улучшенными показа-

телями. В ближайшее время планируется применять эти методы для фотоэлектрических установок, в основном находящихся в Сибири и на Дальнем Востоке.

Материалы и методы исследования

Методы, используемые для прогнозирования солнечной электроэнергии, разделяются по четырем категориям [4]:

– Метеорологические методы – косвенные методы, основанные на численном прогнозе погоды и на обработке спутниковых снимков, что позволяет сначала прогнозировать интенсивность солнечной радиации, а затем преобразовать в выходную мощность фотоэлектрической системы.

– Статистические методы – эти методы используют статистические подходы, такие как модель авторегрессии скользящего среднего (ARMA), интегрированная модель авторегрессии скользящего среднего (ARIMA), а также экспоненциальное сглаживание (ES). Эти модели могут быть использованы для прямого прогнозирования выходной мощности фотоэлектрических батарей, без необходимости первичного прогноза солнечного излучения.

– Методы машинного обучения – эти методы используют алгоритмы машинного обучения, такие как метод k -ближайших соседей, нейронные сети (NN), метод опорных векторов (SVR) и прогнозирование на основе последовательности моделей (PSF), для прямого прогнозирования выходной мощности фотоэлектрических батарей. Как правило, существует два подхода к применению методов машинного обучения: построение одной модели прогнозирования или объединение нескольких моделей прогнозирования вместе для формирования ансамбля моделей прогнозирования [5].

– Гибридные методы – эти методы объединяют модели или различные компоненты из предыдущих трех категорий. Немного отличающиеся от ансамблей, которые объединяют модели машинного обучения, гибридные модели обычно объединяют метеорологические модели с машинным обучением и статистическими моделями или компонентами вместе.

Использование методов машинного обучения, таких как NN и SVR, и статистических методов, таких как ARIMA и ES, является популярным для построения моделей для прогнозирования мощности солнечной электростанции. Однако большинство из этих методов основано на одной общей модели прогнозирования для всех метеорологических условий и соответствующих им ежедневных фотоэлектрических характеристик. Предлагаемый нами подход

к прогнозированию мощности солнечной электростанции включает кластеризацию с применением методов машинного обучения для прогнозирования. Основная идея заключается в группировке дней по их метеорологическим характеристикам и построении отдельной модели для каждого из кластеров. На рис. 1 показана общая структура выбранного нами метода. Существует три основных этапа: кластеризация, обучение моделей прогнозирования и формирование прогнозов на последующие дни.

Алгоритм k-средних, используемый в данной работе для решения задачи кла-

стеризации, принимает в качестве входных данных набор данных X , содержащий N точек, и количество кластеров K . На выходе получаем K центроидов кластеров и точки множества X , относящие к определенному кластеру [6, 7]. Все точки одного кластера расположены ближе к своему центроиду, чем к любому другому из центроидов. Математическое выражение для K кластеров C_k и K центроидов μ_k имеет вид

$$\text{Минимум} \left\{ \sum_{k=1}^K \sum_{x_n \in C_k} \|x_n - \mu_k\|^2 \right\}. \quad (1)$$

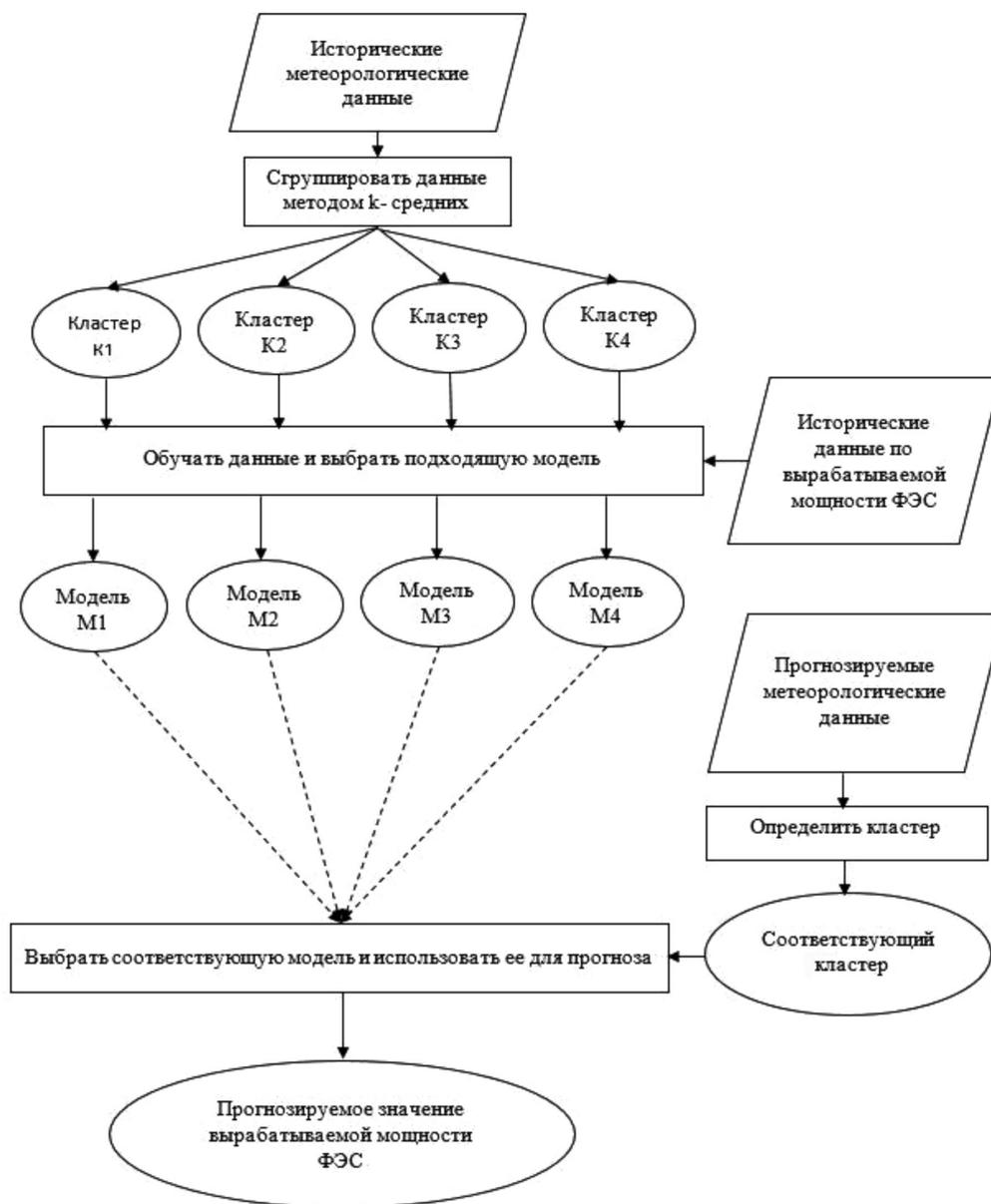


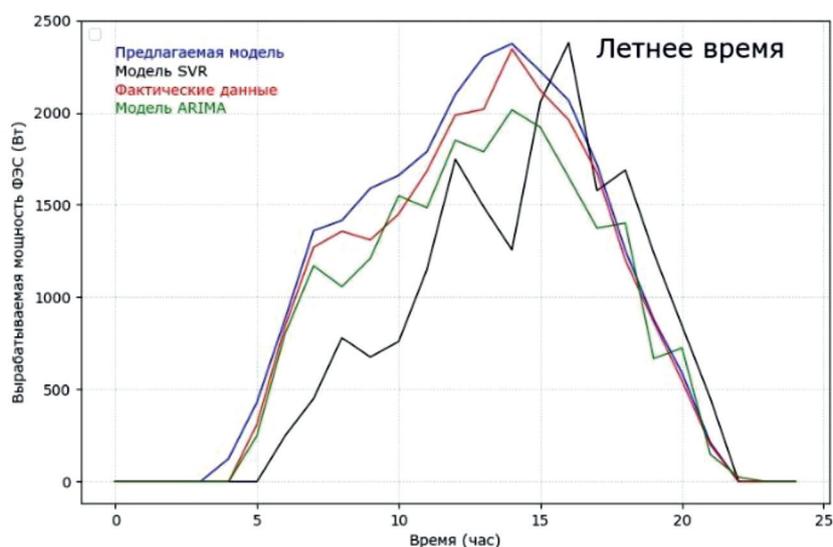
Рис. 1. Основные этапы предлагаемых методов прогнозирования на базе кластеризации

Результаты исследования и их обсуждение

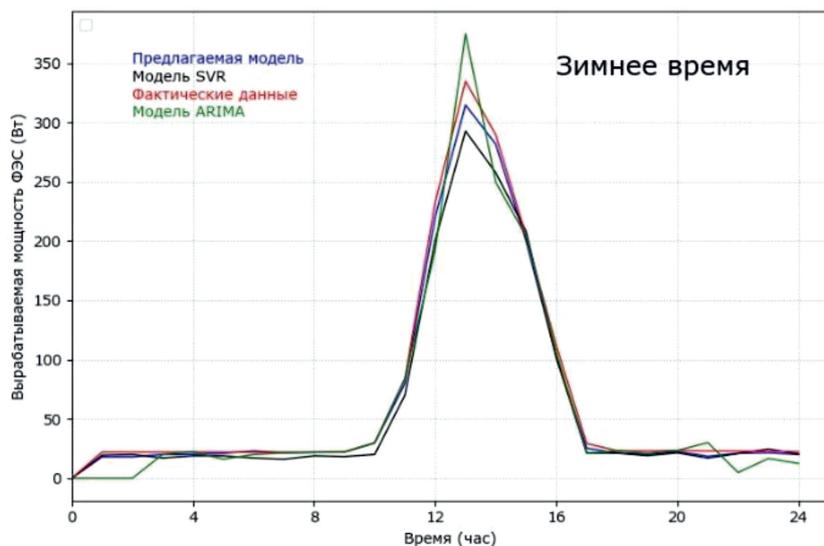
Для оценки эффективности предлагаемого метода, было проведено исследование конкретного примера с использованием пятилетних данных (с 1 января 2011 г. по 31 декабря 2015 г.) ФЭС, находящейся в г. Томске, Россия. Для каждого дня были выбраны данные только в течение светового дня, с 5 утра до 19 вечера. Оригинальные фотоэлектрические данные собираются с интервалом в 10 мин и содержат $5 \times 365 \times 90 = 164250$ измерений. Каждое отсутствующее значение заменяется сред-

ним значением из предыдущих 60 мин. Были суммированы данные в 30-минутные интервалы, так как наша задача – сделать получасовой прогноз на следующий день. Таким образом, мы имеем 30 значений за один день и $30 \times 365 \times 5 = 54750$ значений за два года. Данные тогда нормируются к интервалу [0–1].

По завершении процесса прогнозирования, полученный результат сравнивается с фактическим значением и некоторыми другими методами, не основанными на кластеризации, в том числе NN, SVR, ARIMA. Пример сравнения результатов прогнозирования показан на рис. 2, а, и 2, б.



а)



б)

Рис. 2. Пример результатов прогнозирования по разным методам а) на летнее время; б) на зимнее время

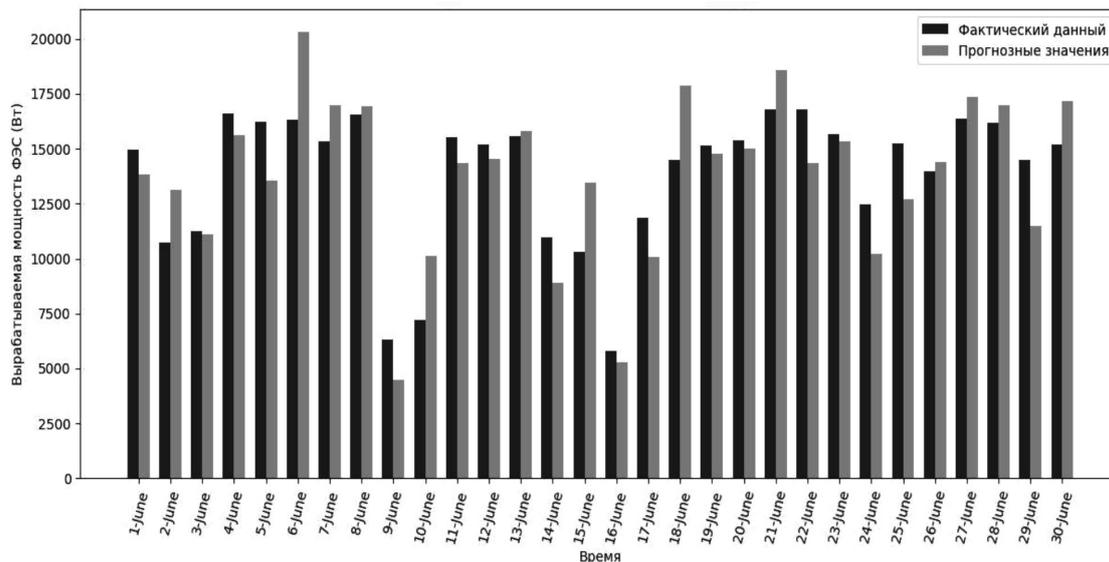


Рис. 3. Пример результатов прогнозирования в июне в сравнении с фактическими значениями

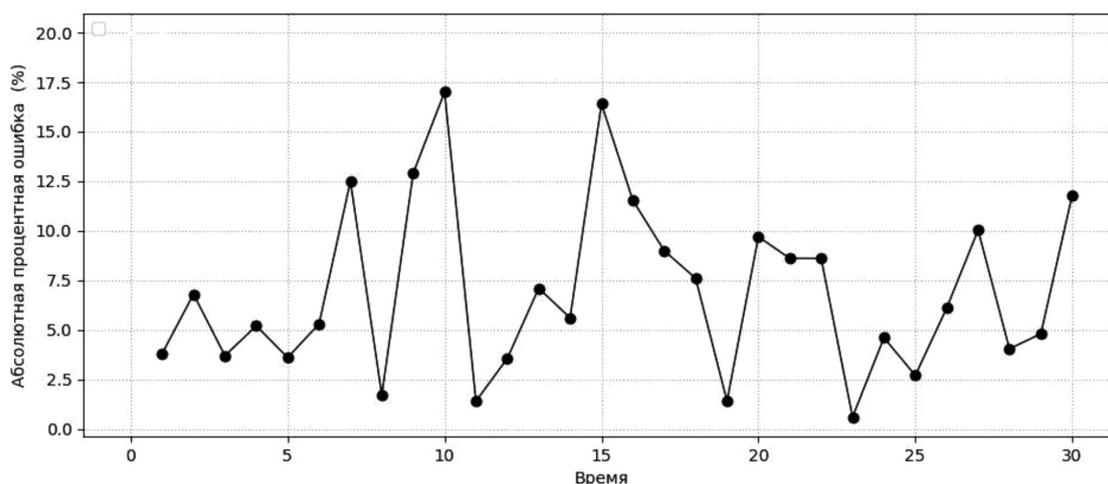


Рис. 4. Абсолютная процентная ошибка по дням июня

На рис. 2, а, и 2, б, приведены фактические графики суточной выработки электроэнергии в сравнении с графиками прогнозирования в моделях прогнозирования. По рисункам видно, что прогнозы хорошо совпадают с фактическими данными, особенно в зимний период, когда система не генерировала много энергии. А в летний период предлагаемая нами модель имеет существенное преимущество перед другими моделями. Пример прогнозных значений в сравнении с фактическими значениями в июне показан на рис. 3.

Для оценки точности прогнозных моделей используют два коэффициента: среднюю абсолютную ошибку (англ. Mean Absolute Error, MAE) и среднюю абсолютную

процентную ошибку (англ. Mean Absolute Percentage Error, MAPE). Они представлены в формулах (2) и (3) соответственно:

$$MAE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2, \quad (2)$$

$$MAPE = 100\% \times \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{|y_t|}, \quad (3)$$

где y_t – фактическое значение, а \hat{y}_t – прогнозное.

Средняя абсолютная ошибка MAE представляет собой среднее значение абсолютных погрешностей между прогнозируемы-

ми и фактическими значениями, которое отражает фактическую прогнозируемую погрешность значений. А средняя абсолютная процентная ошибка МАРЕ показывает соотношение между погрешностью и фактическим значением. Чем меньше значения МАЕ, МАРЕ, тем точнее результат прогнозирования. Абсолютная процентная ошибка по дням июня представлена на рис. 4. А средняя абсолютная процентная ошибка в этом месяце составляет 6,92%.

Заключение

В данной статье рассмотрен метод прогнозирования вырабатываемой мощности фотоэлектрических станций, основанный на алгоритме кластеризации k -средних. Результат анализа показан, что при построении отдельных моделей для каждой категории дней точность прогнозирования значительно повышается. Разработанная модель дает возможность повышения эффективности эксплуатации фотоэлектрических станций. В будущем планируется совершенствовать

методы прогнозирования и применять их в реальных условиях в Сибири и на Дальнем Востоке.

Список литературы

1. Solar Power Europe [Online], «Global Market Outlook For Solar Power 2015–2019». [Electronic resource]. URL: <http://resources.solarbusinesshub.com/solar-industry-reports/item/global-market-outlook-for-solar-power-2015-2019> (date of access: 23.04.2021).
2. Квитко А.В., Отмахов Г.С. Перспективы и особенности работы солнечных фотоэлектрических станций. Научный журнал КубГАУ. 2017. № 131. IDA: 1311707007.
3. Huan L., Zijun Z., Yan S. Analysis of daily solar power prediction with data-driven approaches. Applied Energy. 2014. Vol. 126. P. 29–37.
4. Ercan I., Ahmet O., Bihter Y., Mustafa K.K., Ahmet D.S. Shortmid-term solar power prediction by using artificial neural networks, Solar Energy. 2012. Vol. 86. № 2. P. 725–733.
5. Mehmet Y., Seref S., Ilhami C. A new approach to very short term wind speed prediction using k -nearest neighbor classification. Energy Conversion and Management. 2013. Vol. 69. P. 77–86.
6. Christophe P., Cyril V., Marc M., Marie-Laure N. Forecasting of preprocessed daily solar radiation time series using neural networks. Solar Energy. 2010. Vol. 84. № 12. P. 2146–2160.
7. Zhaoxuan L., Mahbobur S.M., Rolando V., Bing D. A hierarchical approach using machine learning methods in solar photovoltaic energy production forecasting. Energies. 2016. Vol. 9. № 1. P. 55.

УДК 004.946

МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВИРТУАЛЬНОГО АДАПТАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Дюпин В.Н.

*Саровский физико-технический институт, филиал Национального исследовательского
ядерного университета МИФИ, Саров, e-mail: rehcraser@mail.ru*

В статье рассматривается технология создания виртуальной реальности, методы погружения объектов в виртуальное пространство и технология классификации объектов виртуального пространства. Метод погружения объектов в виртуальную реальность основан на технических мультимедийных средствах восприятия окружающего пространства и метода расчета оптического параллакса. Метод построения объекта виртуальной реальности заключается в выделении пары изображений окружающего пространства, разбиении изображения на фрагменты по ширине и по высоте, и последующей экструзии фрагментов двумерного изображения, считанного с мультимедийных датчиков. Для повышения качества выделения используется метод подавления шумов на границе объектов, заключающийся в переносе изображений в пространство цвета YCbCr, основанного на градации яркости цвета. Метод расчета оптического параллакса позволяет восстановить трехмерный образ объекта окружающей реальности, двумерный образ которого погружен в виртуальное адаптивное пространство. Метод классификации объектов виртуальной реальности позволяет создать виртуальное адаптивное пространство, которое направлено на стимуляцию каналов восприятия субъекта виртуальной реальности. Метод классификации объектов базируется на парном сравнении интенсивности цвета объекта и эффективной площади объектов на двух изображениях. При этом показано, что при повышении уровня сегментации изображения повышается качество погружения объекта в виртуальное адаптивное пространство.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, виртуальное адаптивное пространство, экструзия, оптический параллакс, классификация объектов

METHOD FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS OF THE VIRTUAL ADAPTATION SPACE

Dyupin V.N.

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

The article discusses the technology of creating virtual reality, methods of immersing objects in virtual space and the technology of classifying objects in virtual space. The method of immersing objects in virtual reality is based on technical multimedia means of perception of the surrounding space and the method for calculating the optical parallax. The method of constructing a virtual reality object is to select a pair of images of the surrounding space, divide the image into fragments in width and height, and then extrude fragments of a two-dimensional image read from multimedia sensors. To improve the quality of the selection, the method of noise suppression at the border of objects is used, which consists in transferring images to the YCbCr color space, based on the color brightness gradation. The method of calculating the optical parallax makes it possible to restore a three-dimensional image of an object of the surrounding reality, a two-dimensional image of which is immersed in a virtual adaptation space. The method of classification of virtual reality objects allows you to create a virtual adaptive space, which is aimed at stimulating the channels of perception of the virtual reality subject. The object classification method is based on a pairwise comparison of the color intensity of an object and the effective area of objects in two images. At the same time, it was shown that with an increase in the level of image segmentation, the quality of immersion of an object in the virtual adaptive space increases.

Keywords: virtual reality, augmented reality, virtual adaptation space, extrusion, optical parallax, object classification

В настоящее время информационные технологии охватывают широкий спектр сфер деятельности человека. Большую роль в задаче информатизации производства занимают работы, связанные с разработкой цифровых двойников производственных процессов. Под цифровым двойником производственного процесса следует понимать компьютерную копию физического объекта или процесса, погруженного в среду имитационного моделирования. Среда имитационного моделирования создает виртуальное пространство, позволяющее исследователю взаимодействовать с цифровой копией объекта. Таким образом, задача создания циф-

рового двойника разбивается на два этапа, включающих этап создания имитационной среды и этап построения математической модели.

Изначально для визуализации окружающего пространства прибегали к концепции виртуальной реальности, которая предполагает полное погружение исследователя в виртуальный мир и моделирование всех видов взаимодействия с искусственным миром. Основным недостатком концепции виртуальной реальности является высокая сложность задачи моделирования взаимодействия исследователя с виртуальными объектами [1].

Следующим этапом эволюции систем для моделирования виртуального пространства стало появление систем дополненной реальности. Системы дополненной реальности реализуют гибридный подход, основанный на заимствовании физического взаимодействия исследователя с окружающим миром и расширения такого взаимодействия через внедрение компьютерных виртуальных моделей в визуальный канал восприятия исследователя.

Новым витком эволюции систем дополненной реальности стало появление систем виртуального адаптационного пространства. Виртуальное адаптационное пространство (ВАП) – воспринимаемая смешанная реальность, созданная путем введения в каналы восприятия сенсорных данных с целью компенсации поврежденных каналов восприятия субъекта виртуальной реальности [1]. Конкурирующей технологией для ВАП является кибернетической глаз Argus II [2]. Главное преимущество ВАП над Argus II заключается в отсутствии хирургического вмешательства. Основное преимущество систем ВАП над системами дополненной реальности заключается в комплексной активации нескольких каналов восприятия исследователя для динамической сбалансированной нагрузки на каждый канал восприятия [3, 4].

Особым преимуществом систем виртуального адаптационного пространства над остальными методами виртуализации является его компенсаторное влияние на каналы восприятия человека, когда один из каналов поврежден или слабо функционирует. Для взаимодействия человека с виртуальным пространством система виртуального адаптационного пространства использует датчики, которые осуществляют запись входного потока визуальной информации, а также осуществляют вывод данных с использованием средств для воспроизведения акустического сигнала.

В статье представлен пример погружения суперпозиции объектов физического пространства в виртуальное адаптационное виртуальное пространство и метод классификации объектов в виртуальном адаптационном пространстве.

Цель исследования заключается в проверке адекватности метода классификации объектов в виртуальном адаптационном пространстве.

Задачи исследования:

- построение виртуального адаптационного пространства;
- сегментация виртуального адаптационного пространства;
- выделение и погружение объектов в виртуальное адаптационное пространство;

- классификация объектов виртуально-адаптационного пространства;
- верификация метода классификации объектов.

Материалы и методы исследования

Для погружения объектов в виртуальное пространство система виртуального адаптационного пространства использует принцип оптического параллакса.

В качестве верификационного базиса виртуального адаптационного пространства была выбрана сцена объектов, которые различаются по ряду характерных признаков (форма, размера, освещенность и т.д.).

Следует учитывать, что процедура погружения объектов окружающего пространства должна выявлять и подавлять шумы на сцене объектов. В качестве таких шумов можно рассматривать совокупность небольших объектов, обладающих критически маленьким объемом для погружения в виртуальное пространство. В качестве второго примера шума может выступать пестрая текстура средних и крупных объектов виртуального пространства.

На рис. 1 представлена пара снимков сцены объектов, которые были получены с мультимедийных датчиков системы виртуального адаптационного пространства. Датчики системы расположены в горизонтальной плоскости на небольшом расстоянии друг от друга. Поэтому левое и правое изображение описывает одну сцену с небольшим отклонением в левую и правую сторону в зависимости от положения датчика. Пара снимков необходима для дальнейшей обработки методом классификации объектов ВАП.

В таблице приведен состав объектов сцены, включающий краткое описание объекта, его форму, пространственное расположение, расстояние от наблюдателя Z и обратное расстояние от самого удаленного объекта $R_i = Z/\max(Z)$.

На первом этапе метода классификации объектов ВАП при погружении объектов в виртуальное пространство используется метод расчета оптического параллакса, который позволяет восстановить форму наблюдаемых объектов, учитывая инвариантность пропорций наблюдаемых объектов относительно местоположения наблюдателя [5].

На рис. 2 представлена серия экспериментов по вычислению размеров объекта L в 2D пространстве. L – наблюдаемый объект. L' – образ объекта L в виртуальном пространстве. D – расстояние между наблюдаемым объектом и линзой камеры. D' – расстояние между линзой камеры и контактной матрицей мультимедийной камеры.



Рис. 1. Фотоснимки левой и правой части сцены объектов

Описание объектов сцены

№	Объект	Форма	Положение	Z[м]	R
1	Штанга	Цилиндр	Низ сцены	0,12	7,75
2	Пол	Плоскость	Центр сцены	–	–
3	Виток черного провода	Линия	Левый край сцены	0,45	2,07
4	Передняя ножка стула	Параллелепипед	Левый край сцены	0,51	1,82
5	Коробка 3D ручки	Параллелепипед	Правый край сцены	0,47	1,98
6	Коробка инструментов	Параллелепипед	Правый край сцены	0,46	2,02
7	Коробки с топливом 3D принтера	Параллелепипед	Левый край сцены	0,65	1,43
8	Виток красной пластмассы	Линия	Левый край сцены	0,69	1,35
9	Мяч	Шар	Центр сцены	0,73	1,27
10	Упаковка с тонером принтера	Параллелепипед	Левый край сцены	0,86	1,08
11	Задняя ножка стула	Параллелепипед	Центр сцены	0,9	1,03
12	Стена	Плоскость	Центр сцены	0,93	1
13	Тень объектов	Текстура	Рядом с объектами	–	–

На представленном выше рисунке зеленым крестом обозначено исходное местоположение линзы камеры мультимедийных датчиков системы виртуального адаптационного пространства. В представленной серии экспериментов рассматриваются 3 варианта дистанций между объектом и его проекцией, в каждом из вариантов положение линзы смещается вправо на одну клетку.

Согласно правилу вычисления оптического параллакса между объектом и его проекцией сохраняются пропорции отношений между размерами объектами и рас-

стояниями от объектов до линзы оптических устройств.

$$\frac{L}{L'} = \frac{D}{D'}$$

По известным параметрам L' , D' и коэффициенту уменьшения оптического прибора можно вычислить неизвестные параметры L и D .

Исходя из инвариантности осей прямоугольной системы координат, можно сделать вывод, что все правила по вычислению размеров в 2D пространстве применяются схожим образом и для 3D пространства.

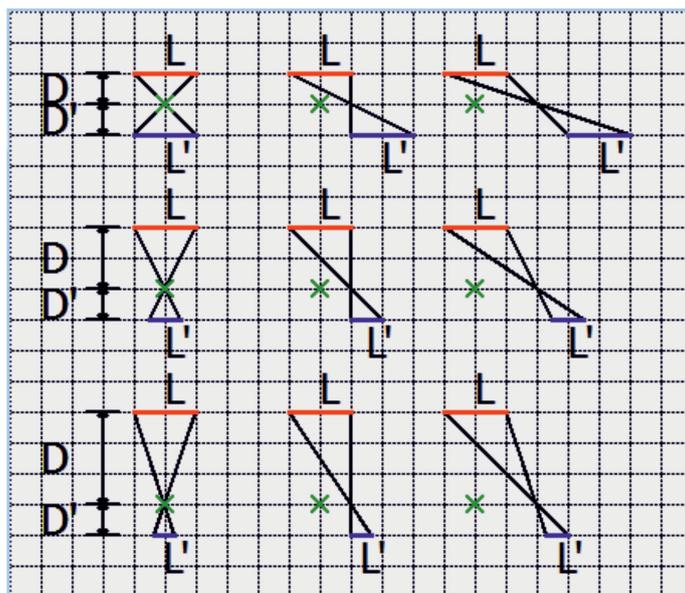


Рис. 2. Серия экспериментов по вычислению исходных размеров 2D объекта L

Наиболее сложной проблемой в системе виртуального адаптационного пространства является проблема обнаружения объектов в окружающем пространстве (проблема обнаружения и распознавания образов ОРО). Сложность решения проблемы ОРО в общем случае сопоставима со сложностью проблемы создания систем искусственного интеллекта. Из общего курса анатомии известно, что биологическим сенсором визуальной информации является глаз биологического объекта. Глаз снабжен чувствительной сетчаткой, в которой присутствуют чувствительные элементы: палочки и колбочки. Палочки сетчатки собирают информацию об интенсивности цвета окружающих объектов, а колбочки – о самом цвете объектов.

Подобно биологическому глазу датчики виртуального адаптационного пространства в первую очередь ориентируются на интенсивность отраженного света от окружающих объектов, а сам цвет объекта выступает вторичным признаком.

На втором этапе метода классификации объектов ВАП выполняется сегментация фотоснимков, которая заключается в разбиении исходного изображения по ширине w и высоте h на n сегментов и последующей обработке каждого сегмента. Изображение внутри каждого сегмента проецируется из цветового пространства RGB (соответствующего первоначальному цветному изображению) на ось Y цветового пространства $Y C_b C_r$, в котором Y соответствует интенсивности цвета пикселя сегмента.

Операция выделения объектов в виртуальном адаптационном пространстве сводится к операции поиска пикселя с максимальным значением интенсивности Y_{ij} в каждом сегменте. Следующая итерация выделения объектов заключается в поиске области однотонных пикселей вокруг пикселя с интенсивностью Y_{ij} и выделении граничных точек на каждой из областей.

Финальная итерация выделения объектов заключается в объединении границ однотонных объектов, расположенных на соседних сегментах изображения. Таким образом, множество объектов виртуального адаптационного пространства формируется из множества границ однотонных объектов на исходном изображении.

На рис. 3 представлены варианты границ объектов полученных при обработке фотоснимков рис. 1 с коэффициентом сегментации равным 16.

Для погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство используются:

- операция классификации объектов на левом и правом изображении по признаку интенсивности цвета и площади объекта;
- операция экстрезии объекта по направлению нормали относительно плоскости рисунка на расстояние оптического параллакса объектов.

На третьем этапе метода классификации объектов ВАП путем парного сопоставления объектов на левом и правом изображении и, исходя из технических характеристик сенсорных устройств (например, оптической силы линз мультимедийных сенсоров

системы) вычисляется величина отношения размеров объектов окружающей реальности к размеру погруженных объектов в виртуальную реальность и информация о расстоянии отдаления от субъекта виртуальной реальности.

На рис. 4 представлен результат погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство. Наиболее удаленный синий фрагмент сетки соответствует фраг-

менту штанги ($R_1 = 5.1$), погруженной в виртуальное пространство. Коричневые фрагменты соответствуют нижним фрагментам стула ($R_2 = 1.7$). Наиболее отдаленный синий фрагмент соответствует фрагменту стены ($R_3 = 1$). Серый фрагмент на синем фоне соответствует фрагменту коробки 3D ручки $R_4 = 1.3$. Максимальная величина абсолютной погрешности R_i для соответствующих объектов из таблицы составила 34%.



Рис. 3. Результат выделения границ объектов на исходных фотоснимках



Рис. 4. Результат погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство

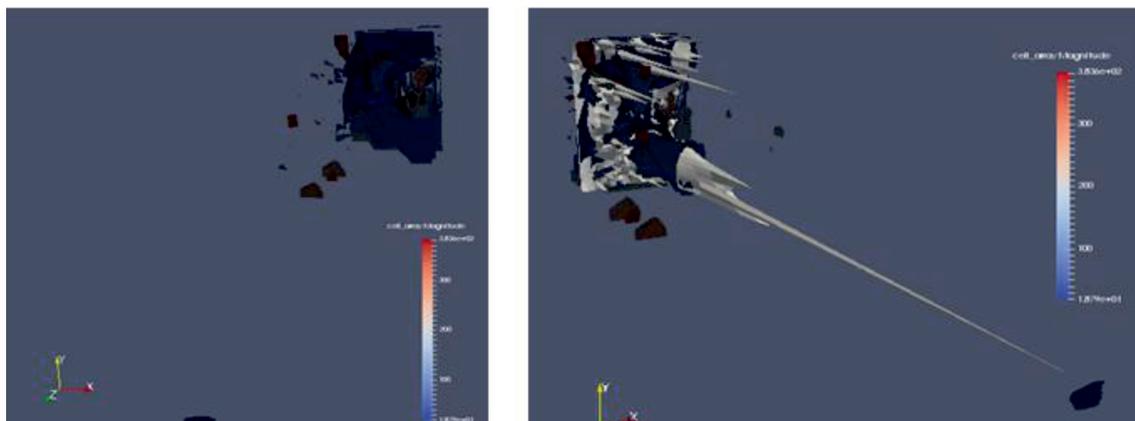


Рис. 5. Результат погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство при увеличении коэффициента сегментации

На рис. 5 приведен результат погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство при увеличении коэффициента сегментации изображения до 32. Белым слоем сетки на правом изображении отображена область интерполяции для карты высот объектов виртуальной реальности.

Значения обратного расстояния R для соответствующих объектов на рис. 5 равны фрагмент штанги ($R_1 = 7.1$), фрагмент стула ($R_2 = 2.39$), фрагмент стены ($R_3 = 1$), фрагмент коробки 3D ручки ($R_4 = 2.52$). Максимальная величина абсолютной погрешности R_i для соответствующих объектов из таблицы составила 31 %.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования было установлено, что метод классификации объектов виртуального адаптационного пространства применим к задачам выделения и погружения объектов. При увеличении сегментации изображения метод сохраняет устойчивость форм объектов. К недостатку метода можно отнести эффект слияния однотонных объектов при погружении их в виртуальное пространство.

Заключение

В статье был проведен анализ метода классификации объектов в виртуальном

адаптационном пространстве. Представленный метод опирается на технологии погружения объектов в виртуальное адаптационное пространство, методы расчета оптического параллакса объектов и метод экструзии объектов. Из полученных результатов можно сделать вывод, что метод классификации объектов содержит погрешности при обработке однотонных объектов, которые способны нивелироваться при увеличении коэффициента сегментации изображения и изменении порога родственности близкородственных объектов.

Список литературы

1. Дюпин В.Н. Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 3. С. 111–114.
2. Lauritzen T., Dorn J.D., Greenberg R.J., Neysmith J.M., Talbot N.H., Zhou D.D. Cortical visual prosthesis. [Electronic resource]. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/02/d1/b4/9c6647255c8c9d/US20140222103A1.pdf> (дата обращения: 08.04.2021).
3. Логвенков С.А., Самовол В.С. Линейная алгебра. Основы теории, примеры и задачи. М.: МЦНМО, 2017. 188 с.
4. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48–57.
5. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.indorsoft.ru/books/2006/SkvortsovAV-2006-08.Book\(Trn\).pdf](https://www.indorsoft.ru/books/2006/SkvortsovAV-2006-08.Book(Trn).pdf) (дата обращения: 08.04.2021).

УДК 004.4'24

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ MATLAB SIMULINK STATEFLOW ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОНОМНОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

Кузнецов С.Г., Клебанов Б.И.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. Первого Президента России
Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: kbi11@yandex.ru

Одним из перспективных направлений цифровой экономики является применение имитационных моделей для определения и обоснования направлений развития территориальных образований (ТО) – городов, регионов, отдельных населенных пунктов. В статье рассматривается возможность использования модели гибридного автомата в среде Simulink Stateflow для описания и имитации процессов поведения и развития агентов, обладающих в заданной среде определенными наборами потребностей, ресурсов и средств их реализации. С целью проведения исследований разработан тестовый пример, в котором заданы модели пространства, динамических источников энергии, агентов, реализующих потребности в энергии и отдыхе. Модель агента включает следующие компоненты: эффектор передвижения, видеорецептор, генератор энергии и систему управления. Модели поведения всех компонентов и источников энергии представлены гибридными автоматами, которые задаются графами переходов между состояниями. Каждое состояние определяется своим набором параллельных непрерывных процессов. На основе результатов тестового моделирования определено, что применение средств MATLAB Simulink Stateflow повышает качество и сокращает сроки разработки моделей территориальных образований, основанных на динамических моделях непрерывно-дискретных автоматов. Продемонстрирована возможность разработки автономного, независимого от среды, приложения для моделирования процессов развития ТО с помощью средств MATLAB Compiler и MATLAB App Designer. Создание консольного приложения-обёртки, реализующего механизм обмена данными в формате JSON, показало возможность стыковки разработанной модели с другими системами моделирования поведения агентов и системами принятия решений.

Ключевые слова: гибридный автомат, MATLAB Simulink, Stateflow диаграмма, MATLAB Compiler, MATLAB App Designer, JSON

USING MATLAB SIMULINK STATEFLOW TOOLS TO CREATE AN AUTONOMOUS INTELLIGENT AGENT MODEL

Kuznetsov S.G., Klebanov B.I.

Ural Federal University n.a. the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, e-mail: kbi11@yandex.ru

One of the promising areas of the digital economy is the use of simulation models to determine and substantiate the directions of development of territorial entities (TE) – cities, regions, individual settlements. The article discusses the possibility of using a hybrid automaton model in the Simulink Stateflow environment to describe and simulate the processes of behavior and development of agents that have certain sets of needs, resources and means of their implementation in a given environment. For the purpose of research, a test example has been developed, in which models of space, dynamic energy sources, agents that realize the needs for energy and rest are set. The agent model includes the following components: a locomotion effector, a video receptor, an energy generator and a control system. The behavior models of all components and energy sources are represented by hybrid automata, which are specified by graphs of transitions between states. Each state is defined by its own set of parallel continuous processes. Based on the results of test modeling, it was determined that the use of MATLAB Simulink Stateflow tools improves the quality and shortens the development time for models of territorial entities based on dynamic models of continuous-discrete automata. Demonstrated the possibility of developing an autonomous, environment-independent, application for modeling TE development processes using MATLAB Compiler and MATLAB App Designer. The creation of a wrapper console application that implements a data exchange mechanism in the JSON format has shown the possibility of linking the developed model with other systems for modeling the behavior of agents and decision-making systems.

Keywords: hybrid automaton, MATLAB Simulink, Stateflow diagram, MATLAB Compiler, MATLAB App Designer, JSON

Одним из перспективных направлений цифровой экономики является применение имитационных моделей и цифровых двойников для определения и обоснования направлений развития территориальных образований (ТО) – городов, регионов, отдельных населенных пунктов [1]. Процессы развития территориального образования характеризуются стохастическим характером и нелинейностью, структурной

динамикой, большим количеством взаимозависимых систем и обратных связей объектов среды. В этих условиях создание цифровых двойников ТО сталкивается со следующими проблемами [2, 3]: фрагментация научных исследований по отраслям знаний; чисто аналитические модели подходят к своему пределу сложности; композиция ранее разработанных моделей очень сложна; слабый учет в существую-

щих моделях индивидуальных свойств, связей, поведения отдельных личностей и их влияния на общество; создание и корректировка моделей требуют использования языков программирования, что резко повышает трудоемкость создания модели и вероятность ее несоответствия замыслу эксперта; создание моделей развития общества требует участия экспертов из разных отраслей знаний: экономики, социологии, информатики, психологии и др.

Перспективным направлением исследований в данной сфере, направленным на решение указанных проблем, является разработка теоретических основ и построения системы моделирования развития ТО с удобным и понятным интерфейсом, позволяющим самим экспертам строить или по крайней мере анализировать правильность модели, прогнозировать и определять направления стратегического развития ТО, в котором действуют конкретные личности и организации со своими потребностями и возможностями.

Целью данной работы является исследование возможности применения средств Simulink MATLAB для создания библиотеки моделей поведения агентов, обладающих определенным набором потребностей. Задачами исследования являются: анализ сложности языка описания моделей, наличие средств имитации (движка модели), возможностей разработки автономных (отторгаемых от средств разработки) моделей компонент со стандартизированными интерфейсами, создания компонентных моделей, а также удобство средств разработки интерфейсов пользователей.

Материалы и методы исследования

В качестве теоретической основы создания такой библиотеки предложена математическая модель расширенного гибридного (непрерывно-дискретного) автомата [4, 5], на основе которой определяются динамические модели поведения и жизненные циклы объектов действительности, как активных, так и пассивных, а также их компонент. Предполагается, что использование данной модели позволит: исключить или резко уменьшить участие программистов в процессе разработки моделей, использовать для создания моделей графические нотации; обеспечить модульность при разработке модели и учет индивидуальных потребностей, способностей и поведения активных агентов ТО. К числу основных инструментальных сред, поддерживающих определение и динамическое моделирование гибридных автоматов, относятся: Modelica Standard Library, AnyDinamiks [6], а также сочетание

систем Simulink и StateFlow, входящих в состав Matlab.

Исследование возможностей различных сред для решения поставленной задачи предполагается проводить на примере тестовой модели коллектива агентов, действующих в заданном пространстве. Указанная модель должна включать модель географического пространства, в котором периодически возникают и погибают источники энергии. Каждый агент должен обладать следующими способностями: обзор обстановки с помощью видеорецептора, перемещение с помощью эффектора передвижения, накопление и использование энергии, управление видеорецептором и эффектором передвижения с целью удовлетворения потребностей в энергии и отдыхе [7].

Для задания модели поведения агента и других динамических объектов в среде Simulink MATLAB может быть использован высокоуровневый графический язык Stateflow. На этом языке определяются диаграммы переходов состояний, блок-схемы, таблицы переходов состояний и таблицы истинности и, таким образом, реакция моделируемого объекта на входные сигналы, события, в результате которых могут меняться структура и параметры действующих непрерывных процессов [8].

Пространство жизни агентов задается матрицей A размерности $m \times n$. Число в ячейке a_{ij} матрицы определяет объем энергии, который может получить агент от находящегося в данной точке источника энергии. Источники энергии представлены моделями гибридных автоматов, каждый из которых имеет свою скорость увеличения и снижения объема энергии в ячейке в рамках своего жизненного цикла (аналог периодически возрождающегося и погибающего растения).

Модель агента включает в себя следующие компоненты (рис. 1): система управления; видеорецептор; эффектор передвижения; генератор энергии. Все компоненты агента представлены гибридными автоматами с определенными состояниями, входными и выходными переменными.

Входными сигналами эффектора передвижения являются: показания счётчика для синхронизации сигналов (counter), сигнал от системы управления о необходимости перемещения (move), количество энергии от генератора (energy_in), координаты, в которые необходимо переместиться (target_x, target_y). В качестве выходных переменных эффектор передвижения выдаёт: текущие координаты местонахождения (x, y), сигнал о гибели эффектора передвижения (dead), сигнал о готовности эффекто-

ра передвижения к работе (ready), уровень усталости (fatigue), внутреннее количество энергии (energy), уровень старения (age), дискретное состояние (state).

Генератор энергии в качестве входных параметров принимает текущие координаты местонахождения (x, y), в качестве выходных параметров показания счётчика для синхронизации поглощения энергии (counter), количество энергии, разрешённое для потребления (energy_out), количество энергии в накопителе генератора (storage) и иные выходные параметры, аналогичные выходным параметрам в эффекторе передвижения.

Видеорецептор принимает на вход сигнал от системы управления о необходимости обнаружения энергоносителя (locate), и иные параметры, аналогичные уже описанным. На выходе видеорецептор выдаёт сигнал о нахождении энергоносителя (found) и иные параметры.

Система управления получает на вход сигналы о гибели эффектора передвижения (movement_dead), готовности эффектора передвижения к работе (movement_ready), гибели видеорецептора (video_dead), готовности видеорецептора к работе (video_found) и иные параметры. На выходе система

управления выдаёт сигналы о необходимости перемещения (move), необходимости обнаружения энергоносителя видеорецептором (locate), координаты, в которые необходимо переместиться (target_x, target_y), сигнал о потребности в отдыхе (needHome) и иные параметры.

Для удовлетворения потребности в энергии используются: система управления, видеорецептор, эффектор передвижения и генератор энергии. Когда количество энергии становится меньше заданной величины, система управления отправляет сигнал видеорецептору, и эффектору передвижения о необходимости начать поиск энергоносителя. Система управления имеет 3 дискретных состояния: планирование, отдых и отказ. В состоянии «Планирование» в системе управления представлены следующие непрерывные параллельные процессы: приём и анализ сигнала от видеорецептора, управление эффектором передвижения, рост усталости, потребление энергии и старение. В режиме «Отдых» – уменьшение усталости, потребление энергии, старение.

Алгоритм работы системы управления в режиме «Планирование» приведён на рис. 2.

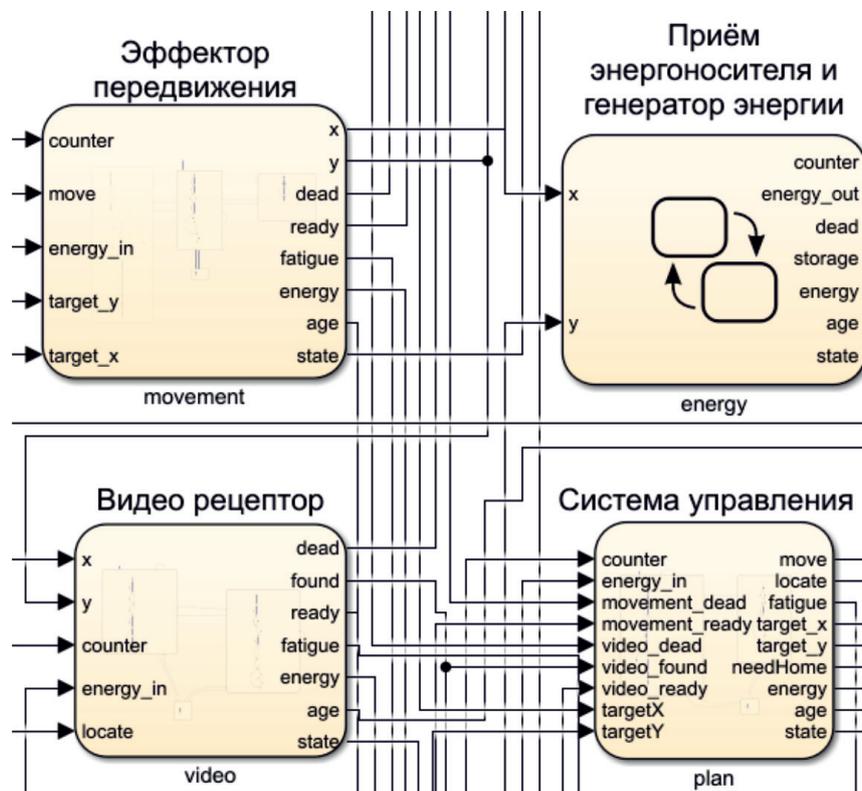


Рис. 1. Тестовая модель многокомпонентного агента

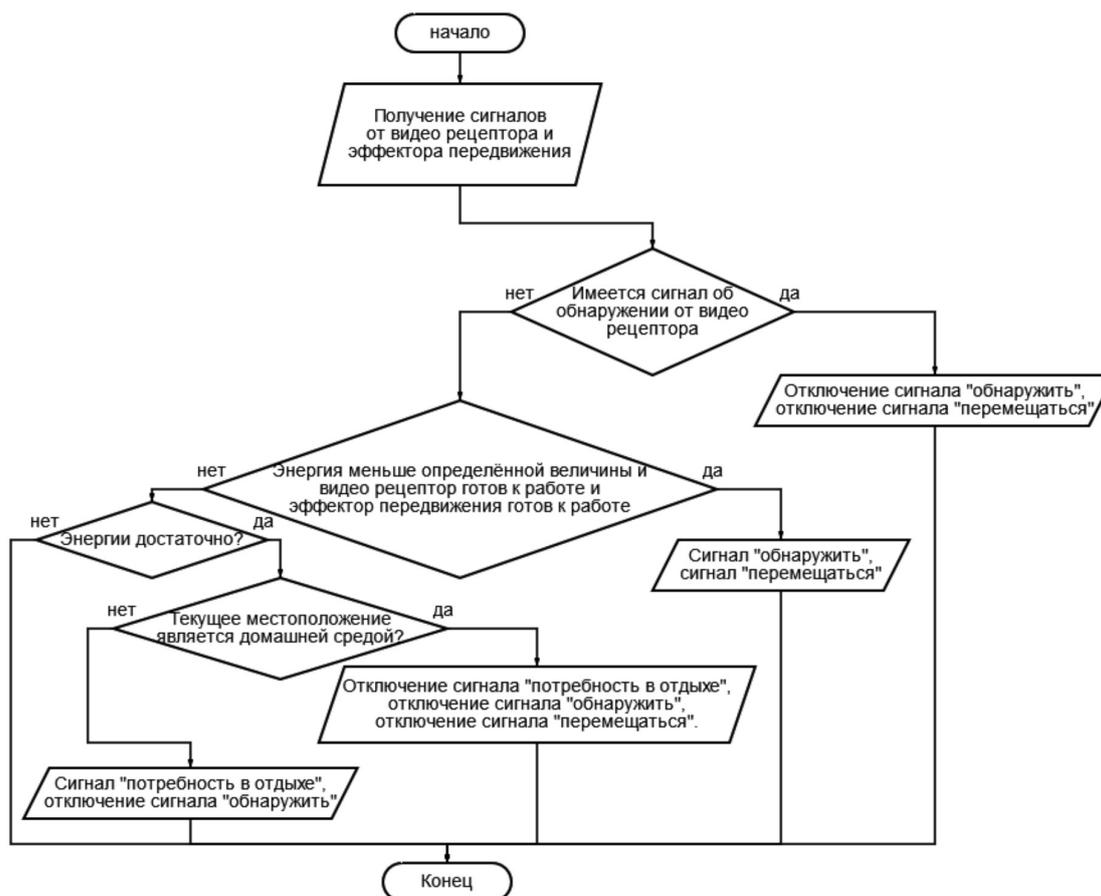


Рис. 2. Алгоритм работы системы управления в режиме «Планирование»

В состоянии «Отказ» система управления попадает в случае гибели агента, и никаких процессов в этом состоянии не протекает.

Условием перехода системы управления из состояния «Планирование» в состояние «Отдых» и обратно является уровень усталости. В состоянии «Отказ» система управления попадает, когда старение достигло 100% или когда полностью закончилась энергия.

Эффектор передвижения имеет 3 дискретных состояния: передвижение, отдых и отказ. В состоянии «Передвижение» в эффекторе передвижения происходят следующие параллельные непрерывные процессы: рост усталости; потребление энергии; старение; передвижение в пространстве. В состоянии «Отдых» – уменьшение усталости, потребление энергии и старение. В состоянии «Отказ» эффектор передвижения попадает в случае отказа работы эффектора передвижения, и никаких процессов в этом состоянии не протекает.

Условием перехода из состояния «Передвижение» в состояние «Отдых» является уровень усталости или сигнал от системы управления о необходимости перемещения. В состоянии «Отказ» эффектор передвижения попадает, когда старение достигло 100% или когда полностью закончилась энергия.

Аналогично в модели представлены состояния и переходы видеорецептора и генератора энергии.

Если у агента достаточно энергии и нет необходимости в ее поиске, возникает потребность в отдыхе. В пространстве обозначена область, представляющая из себя домашнюю среду, при появлении потребности в отдыхе агент будет направляться именно в эту область.

Для отладки разработанной модели используется движок MATLAB Simulink.

MATLAB является коммерческим программным продуктом, что налагает определённые ограничения на применение модели непосредственно из среды моделирования.

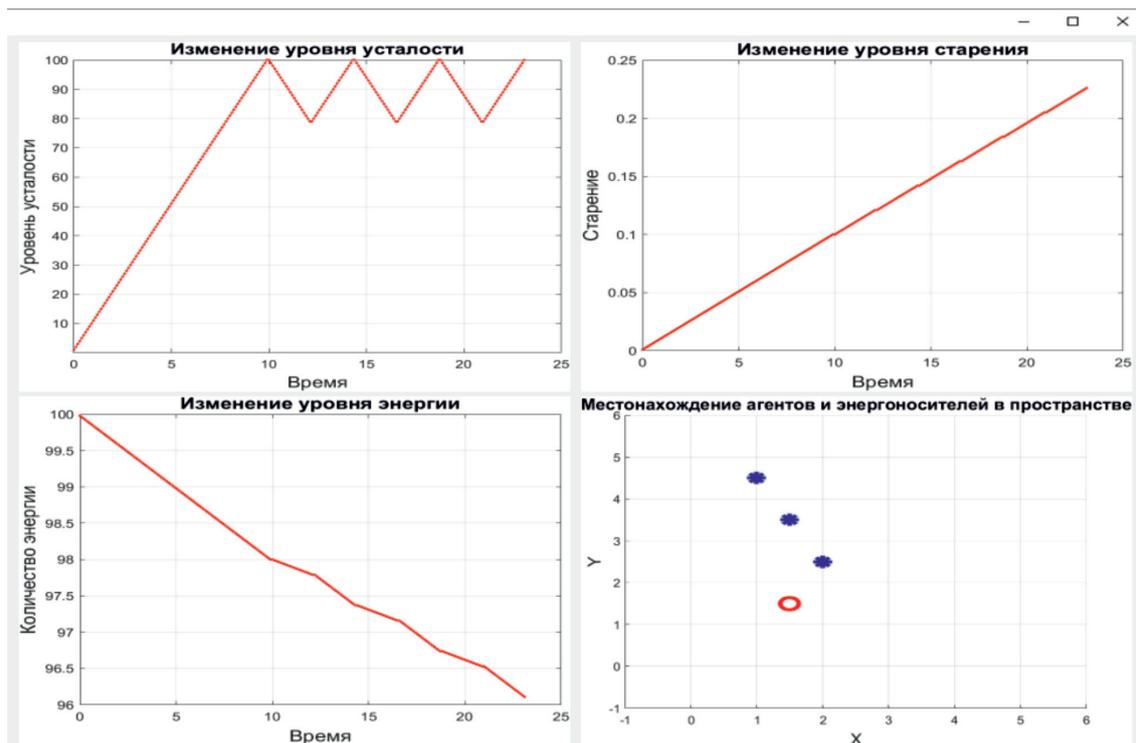


Рис. 3. Пользовательский интерфейс приложения с графическим интерфейсом

Для создания автономных приложений и отдельных компонент может быть использовано средство MATLAB Compiler. С помощью него в рамках эксперимента было создано два самостоятельных приложения. Первое приложение с графическим интерфейсом пользователя позволяет использовать полученный прототип многокомпонентного интеллектуального гибридного автомата, как самостоятельную систему моделирования. Интерфейс пользователя (рис. 3) создан при помощи средства MATLAB App Designer [9]. Он позволяет задать начальные параметры модели и визуализировать результаты моделирования. С помощью данного интерфейса можно контролировать перемещения агентов в пространстве, собирать соответствующую статистику и определять время их жизни в пространстве в зависимости от размещения и приоритетов потребностей.

Второе приложение представляет собой «обёртку» для разработанного прототипа многокомпонентного гибридного автомата, которая реализует механизм обмена данными с другой системой в формате JSON. Приложение «обёртка» получает данные от исполняемой модели Simulink и передаёт их в формате JSON при помощи HTTP POST запросов по заданному адресу, что позволя-

ет экспортировать результаты моделирования в другие системы.

Заключение

В рамках проведённого исследования получены следующие результаты:

1. На основе результатов тестового моделирования определено, что применение средств MATLAB Simulink Stateflow повышает качество и сокращает сроки разработки моделей территориальных образований, основанных на динамических моделях непрерывно-дискретных автоматов
2. Продемонстрирована возможность разработки автономного, независимого от среды, приложения для моделирования процессов развития ТО с помощью средств MATLAB Compiler и MATLAB App Designer.
3. Создание консольного приложения-обёртки, реализующего механизм обмена данными в формате JSON, показало возможность стыковки разработанной модели с другими системами моделирования поведения агентов и системами принятия решений.

Список литературы

1. Клебанов Б.И. О перспективах применения имитационного моделирования в процессе стратегического планирования и развития (трансформации) «умных» городов //

Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. Труды конференции. 2019. С. 139–145. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41462114> (дата обращения: 15.05.2021).

2. Priority Challenges for Social and Behavioral Research and Its Modeling. Paul K. Davis, Angela O'Mahony, Timothy R. Gulden, Osonde A. Osoba, Katharine Sieck. [Electronic resource]. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2208.html (date of access: 15.05.2021).

3. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика, 2013.

4. Смирнов А.В., Кашевник А.М., Пономарев А.В., Савосин С.В. Онтологический подход к организации взаимодействия сервисов интеллектуального пространства при управлении гибридными системами // Интеллектуальные системы и технологии. 2014. № 04. С. 42–51. [Электронный ресурс]. URL: http://www.isa.ru/aidt/images/documents/2014-04/42_51.pdf (дата обращения: 15.05.2021).

5. Клебанов Б.И., Антропов Т.В. Применение модели гибридного автомата для формализации поведения интел-

лектуальных агентов // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 4. С. 32–35.

6. AnyDynamics – высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных математических моделей сложных динамических систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mvstudium.com/intro.htm> (дата обращения: 15.05.2021).

7. Клебанов Б.И., Антропов Т.В. Учет ментальных свойств интеллектуальных агентов в модели гибридного автомата // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 6. С. 66–70.

8. Сирота А.А., Гончаров Н.И. Исследование конфликта коалиций систем с использованием формализма гибридных автоматов // Вестник Воронежского государственного университета. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2017/04/2017-04-08.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).

9. Разверните симуляцию App Designer с Simulink Compiler. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.exponenta.ru/slcompiler/ug/deploy-a-simulation-with-simulink-compiler.html> (дата обращения: 15.05.2021).

УДК 658.51

ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

¹Левенцов В.А., ²Левенцов А.Н.

¹ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», Самара, e-mail: vlevantsov@spbstu.ru;

²ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики»,
Санкт-Петербург, e-mail: drlev@mail.ru

В настоящей статье поставлена задача определения роли цифрового проектирования изделий и процессов производства как фактора повышения эффективности. Обоснован повышенный интерес к цифровой экономике в нашей стране, обусловленный низкими темпами цифровизации, а также предоставлением возможности как компаниям, так и странам занимать лидирующее положение на ключевых направлениях социально-экономического развития. Рассмотрены этапы становления цифровой экономики и их характерные черты. Показано, что постепенный переход к «умным фабрикам» на четвертом этапе цифровой экономики будет характеризоваться полностью автоматизированными производствами, которые будут реагировать на меняющиеся внешние условия, оптимизируя при этом производство своей продукции. Указаны основные проблемы, обусловленные реализацией программы цифровизации экономики. Переход к «Индустрии 4.0» высвечивает одну из основных проблем современной экономики – проблему занятости населения, обусловленную переходом к полностью автоматизированным производствам. Необходимо учитывать и снижать уровень негативного воздействия этой и других проблем. В работе предложено использовать для нашей страны азиатскую модель интенсивной цифровизации, которая требует системных, эффективных усилий формирования конкурентоспособной цифровой экономики. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что использование этой модели, а также учет и снижение уровня негативного воздействия этих проблем позволит ускориться темпам развития как цифровой экономики, так и экономики в целом.

Ключевые слова: цифровое проектирование, изделие, процесс производства, фактор, эффективность

STUDY OF ALUMINUM ALLOY ROLLING OIL ANTIFRICTION PROPERTIES BY ULTIMATE REDUCTION METHOD

¹Leventsov V.A., ²Leventsov A.N.

¹Samara National Research University, Samara, e-mail: vlevantsov@spbstu.ru;

²Private Educational Institution of Higher Education St. Petersburg University
of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, e-mail: drlev@mail.ru

The purpose of this article is to determine the role of digital product design and manufacturing processes as a factor of efficiency improvement. The increased interest in the digital economy in our country is justified, due to the slow pace of digitalization, as well as the opportunity for both companies and countries to take a leading position in key areas of socio-economic development. Stages of digital economy formation and their characteristic features are considered. It is shown that the gradual transition to smart factories at the fourth stage of the digital economy will be characterized by fully automated industries that will respond to changing external conditions, while optimizing the production of their products. The main problems caused by the implementation of the program of digitalization of the economy are indicated. The transition to Industry 4.0 highlights one of the main problems of the modern economy – the problem of employment of the population, due to the transition to fully automated production. It is necessary to take into account and reduce the level of negative impact of this and other problems. The work proposed for our country to use the Asian model of intensive digitalization, which requires systemic, effective efforts to form a competitive digital economy. The results of the study suggest that using this model, as well as taking into account and reducing the level of negative impact of these problems, will accelerate the pace of development of both the digital economy and the economy as a whole.

Keywords: digital design, product, manufacturing process, factor, efficiency

В последние годы цифровой экономике уделяется пристальное внимание как за рубежом, так и в нашей стране. Например, в 2017 г. Правительством РФ утверждена Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [1], имеющая своей целью создать необходимые условия для развития в РФ цифровой экономики. Под цифровой экономикой в этой Программе понимают среду, «в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах

социально-экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность страны, качество жизни граждан, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет» [1].

В 2019 г. на базе указанной Программы была разработана Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [2], призванная обеспечить ускорение внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере. Повышенный интерес к цифровой экономике, основанный

на качественно новых типах информационных и телекоммуникационных технологий, вызван тем обстоятельством, что, несмотря на ее нахождение на стадии формирования, тем не менее цифровая экономика предоставляет возможность странам и их компаниям в настоящее время занимать лидирующее положение на ключевых направлениях социально-экономического развития.

Если сравнить темпы цифровизации в нашей стране с развитыми странами Запада, то увидим, что они являются невысокими. Тем не менее в этом случае отечественные предприятия имеют шанс использовать передовой опыт их предприятий.

Кроме того, недостаточно внимания уделено оценке влияния цифровизации на развитие производства и его эффективность, поэтому тема работы является актуальной.

Целью данного исследования является определение роли цифрового проектирования изделий и процессов производства на повышение эффективности производства.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели представленного исследования был проанализирован опыт становления цифровой экономики и цифрового проектирования изделий и процессов производства на повышение эффективности производства.

При написании статьи использованы аналитические и логические методы формализованного представления социально-экономических систем.

Результаты исследования и их обсуждение

В последнее время предприятия промышленности активно автоматизируют и роботизируют свои производства, совершенствуя при этом их управление и организацию, повышая тем самым уровень цифровой интеллектуализации. Для повышения гибкости и оперативности производства следует обеспечить предприятие оборудованием, обладающим способностью быстрой перенастройки на выпуск других изделий. В современных условиях от предприятия требуется, чтобы организация управления их производством базировалась на возможности оперативной переналадки оборудования за счёт замены в производственных процессах управляющих программ [3, с. 8].

В свою очередь, разработка и освоение современных технологических процессов, а также цифрового производства невозможны без совершенствования методологии организации производства. В цифровой же экономике обработка и анализ большого объёма информации, представленной

в цифровой форме, играют важнейшую роль в автоматизации принимаемых решений, позволяя существенно повышать эффективность производства.

Основная цель использования цифровых производств заключается в достижении такого уровня моделирования процессов и объектов, когда реальное производство тех или иных изделий начинается лишь после анализа и оптимизации всех его элементов. То есть основной целью цифрового производства является оптимизация любого сложного технологического процесса.

Инновационное развитие промышленного производства в нашей стране основано на цифровой трансформации производства и его систем управления, которые представляют собой для промышленных предприятий существенные факторы повышения их эффективности и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Под термином «цифровая трансформация» понимают изменение системы управления деятельностью того или иного предприятия, обеспечиваемое внедрением цифровых технологий.

Под цифровым производством понимается такой способ производства, при котором на всех стадиях жизненного цикла изделия осуществляется комплексное применение компьютерных технологий для его автоматизации, цифровой обработки информации, моделирования, а также использования так называемых «цифровых двойников». А «цифровой двойник» представляет собой не что иное, как конкретный технологический процесс или изделие, представленные в цифровом виде. Вследствие наличия обратной связи с конкретным физическим объектом он дает возможность давать рекомендации по оптимизации работы своего двойника – оригинала.

Использование цифрового производства приводит к сокращению рисков и затрат благодаря виртуальной и превентивной проверке производственного процесса, сокращения объема инвестиций в производство, ускорения срока ввода в эксплуатацию производственного оборудования, экономии производственных площадей, выявления потенциально «узких мест» (ограничений системы) и производственных проблем.

Таким образом, цифровое производство позволяет экономить деньги и время, которые необходимо затратить на ранней стадии проектирования для подготовки реального производства. А конкретно цифровое моделирование, за счёт анализа различных вариантов организации производства, позволяет оптимизировать его без вмешательства в работу реальной системы ранее его строительства и осуществления монтажа оборудования.

В 2016 г. президент ВЭФ (Давос) Клаус Шваб впервые употребил термин «Индустрия 4.0» (Industry 4.0) [4], ставший синонимом «Четвертой промышленной революции», характеризующейся так называемыми «умными фабриками» (Smart Factories) на основе систем, объединенных в сети цифровыми технологиями, приводящими к полностью самоорганизованному производству, в котором все участники процесса производства осуществляют взаимодействие друг с другом напрямую, что приводит к его большей эффективности и гибкости [5]. То есть «умные» фабрики представляют собой цифровые производственные системы по комплексным технологическим решениям, которые в кратчайшие сроки обеспечивают серийное изготовление впервые изготавливаемых конкурентоспособных изделий по ценам серийной продукции.

На Западе в последнее время вместо термина «цифровая фабрика» (Digitale Fabrik) чаще употребляется термин «e-Manufacturing» или «цифровое производство», базирующееся на непрерывном применении цифрового моделирования при проектировании и эксплуатации производственной системы. Моделируются как непосредственно планируемые к производству изделия, так и производящее их оборудование, а также производственные и логистические процессы, учитывающие эргономические показатели и человеческий фактор.

В настоящий момент мы находимся на завершающей стадии третьей цифровой революции, к характерным чертам которой следует отнести развитие информационно-коммуникационных технологий, а также автоматизацию и роботизацию производственных процессов [6].

Первым же этапом становления цифровой экономики стало развитие интернета, появившегося в 1970-х гг., благодаря которому начали происходить коммуникации по электронной почте, пользователи стали осуществлять мониторинг веб-сайтов и покупки через интернет.

Вторым этапом становления цифровой экономики стало развитие телефонной связи принципиально нового уровня уже в конце прошлого столетия. А распространение смартфонов привело к резкому ро-

сту плотности коммуникаций, что привело к тому, что общество стало сетевым.

Цифровая экономика на этом этапе стала влиять как на потребителей, так и на производителей товаров: потребитель стал более рациональным, соотнося издержки и выгоды при приобретении товара, а также учитывая время; в свою очередь производители, учитывая также временной фактор, стали уделять большее внимание послепродажному обслуживанию своих товаров.

Завершающийся в настоящее время третий этап цифровой экономики характеризуется автоматизацией и роботизацией производственных процессов, появлением и развитием передовых цифровых технологий, из которых одними из основных являются достаточно широко применяемые в настоящее время технологии, направленные на решение задач по управлению цепями поставок (SCM), планированию ресурсов предприятия (ERP) и управлению взаимоотношениями с клиентами (CRM) [7].

Постепенный переход к «умным фабрикам» (к Индустрии 4.0) будет означать начало четвертого этапа цифровой экономики, характеризующегося полностью автоматизированными производствами, реагирующими на меняющиеся внешние условия, оптимизируя производство продукции, непосредственно удовлетворяющей потребности конкретных заказчиков.

Перечисленные этапы цифровой экономики можно представить в виде таблицы.

Аналитиками отмечена недостаточность внимания к оценке результатов цифровизации экономики, а также возникающих при этом проблем. Постепенно накапливается опыт использования цифровизации, выявляя вместе с эффектом возникающие экономические проблемы и трудности [8, с. 55]. И одной из основных проблем современной экономики является трансформация человеческого интеллекта в сосуществовании с искусственным, когда принятие управленческих решений людьми сводится к минимуму, отдавая приоритет машинному интеллекту и все более остро высвечивая проблему занятости населения [9, с. 11], приведя в конечном счете к производству, практически не использующему труд людей.

Этапы цифровой экономики

№ этапа	Уровень цифровой экономики	Условия функционирования
1	Интернет стационарных устройств	Техническая инфраструктура
2	Мобильный интернет	Мобильные устройства
3	Передовые цифровые технологии	Теоретические концепции и возможности для их практического применения
4	«Умные фабрики»	Гибкие цифровые производства

Другой проблемой является подготовка соответствующих кадров, необходимых для цифровой экономики, требующая разработки необходимых образовательных программ, стандартов, высококвалифицированных педагогов и пр.

Кроме того, с началом использования цифровых технологий возникают новые требования к информационным системам и сервисам, вычислительным мощностям и коммуникациям [10, с. 257].

Учет и снижение уровня негативного воздействия этих проблем позволит ускориться темпам развития как цифровой экономики, так и экономики в целом.

Несмотря на указанные трудности и проблемы, эксперты считают, что экономический эффект от реализации программы цифровизации вполне может достичь к 2024 г. 5–6 трлн руб. Так как государство планирует вложить в нее 1,5 трлн руб., то отдача составит 3–4 раза [11].

Известно, что наиболее быстрая окупаемость цифровых инноваций происходит на развитых рынках, поэтому существенное количество инноваторов-предпринимателей переводят свой бизнес за рубеж. Исходя из этого, для получения существенных результатов от цифровизации, сравнимых с зарубежными цифровыми компаниями, в нашей стране необходимо создать цифровую инфраструктуру высокого уровня, а также благоприятную предпринимательскую среду, которая будет обеспечена высококомпетентными кадрами, имеющими соответствующие навыки работы. Эта задача должна решаться государством вместе с крупным бизнесом, но ее решение потребует увеличения затрат на разработку и внедрение цифровых технологий. Так, по мнению специалистов, к 2030 г. они возрастут практически в 9 раз при одновременном увеличении примерно в 6 раз затрат на технологические инновации [12]. В дополнение к этому увеличение финансирования научных исследований должно повлечь за собой трехкратное увеличение численности ученых-исследователей, работающих в области цифровых технологий. Несмотря на то, что такие траты предусмотрены и достаточно реальны, их явно недостаточно для того, чтобы составить конкуренцию западным компаниям в развитии цифровизации [8, с. 56].

На наш взгляд, для России ближе использование азиатской модели интенсивной цифровизации, которая требует системных, эффективных усилий формирования конкурентоспособной цифровой экономики. Этой моделью предусматривается использование целостного и системного подхода

к одновременным изменениям на всех уровнях экономики, акцентирующего внимание не только на базовых составляющих цифровой экономики, но и на росте инвестиций с использованием государственно-частного партнерства в направлении цифровизации, имеющей высокий экспортный потенциал.

Эксперты считают, что использование такого подхода позволит достичь доле цифровой экономики в нашей стране 6% ВВП и достигнуть среднегодовых межотраслевых эффектов цифровизации и отраслевых добавленных стоимостей около 8 трлн руб. В дополнение к этому потребители получат новые возможности по активному участию в создании и использовании цифровых сервисов [8, с. 56].

К одной из перспективных технологий также можно отнести технологию виртуальной и дополненной реальности, применяемую при проектировании сложных технических устройств, а также agile-технологии, используемую при создании новых изделий.

При этом их применение повышает качество опытных образцов продукции, эффективность ОКР вследствие сокращения сроков разработок и снижения их стоимости [13].

Заключение

В работе предложено использовать для нашей страны азиатскую модель интенсивной цифровизации, которая требует системных, эффективных усилий формирования конкурентоспособной цифровой экономики.

В свою очередь, переход к «Индустрии 4.0» высвечивает одну из основных проблем современной экономики – проблему занятости населения, обусловленную переходом к полностью автоматизированным производствам. В связи с этим необходимо учитывать и снижать уровень негативного воздействия этой и других проблем.

Опыт показывает, что цифровое проектирование изделий и процессов производства позволит существенно увеличить эффективность как непосредственно конкретного производства, так и экономики в целом. При этом результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что использование азиатской модели интенсивной цифровизации, а также учет и снижение уровня негативного воздействия проблем, обусловленных переходом к цифровой экономике, позволит ускориться темпам ее развития.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"». [Электронный ресурс]. URL:

<http://base.garant.ru/71734878/#ixzz6pMAMsf7K> (дата обращения: 08.05.2021).

2. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/ (дата обращения: 08.05.2021).

3. Амелин С.В., Щетинина И.В. Организация производства в условиях цифровой экономики // Организатор производства. 2018. Т. 26. № 4. С. 7–18.

4. Что такое индустрия 4.0 и что нужно о ней знать. [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7> (дата обращения: 08.05.2021).

5. Рагимова С. Цифровая индустрия 4.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-pol-v-nashu-polzu> (дата обращения: 08.05.2021).

6. Индустрия 4.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/industry-4> (дата обращения: 08.05.2021).

7. Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Три этапа становления цифровой экономики // Вопросы регулирования экономики. 2019. Т. 10. № 2. С. 6–27.

8. Уколов В.Ф., Афанасьев В.Я., Черкасов В.В. Ключевые эффекты цифровизации и возможные потери // Вестник университета. 2019. № 8. С. 55–58.

9. Белозерова С.М. Цифровая экономика Российской Федерации 2024 // Перспективы и проблемы развития цифровой экономики в России: материалы семинара «Реалистическое моделирование» (Москва, 13 октября 2017 г.). М.: Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Аналитическое управление Аппарата Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, экономический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, 2017. С. 11–25.

10. Бабанов В.Н. Факторы и проблемы развития цифровой экономики в России // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. 2017. № 4–1. С. 257–262.

11. Ажигалиев М. Деньги на ветер или для воровства. [Электронный ресурс]. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/dengi-veter-dlya-vorovstva-nazarbaev-otpravil-dorabotku-326385/ (дата обращения: 08.05.2021).

12. Дранев Ю.Я., Кучин И.И., Фадеев М.А. Цифровая экономика. Вклад цифровизации в развитие национальной экономики / Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/news/221125086.html> (дата обращения: 08.05.2021).

13. Мозговой А.И. Повышение эффективности управления за счет цифровизации экономики // Вестник Евразийской науки. 2018. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/91ECVN518.pdf> (дата обращения: 08.05.2021).

УДК 519.872

МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ «ПРОЦЕССОР – ПАМЯТЬ» НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ

Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С.

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
Пенза, e-mail: Alexey314@yandex.ru, novoselich93@mail.ru*

В данной работе представлено исследование усовершенствованного метода математического моделирования подсистемы «процессор – память» типа NUMA. Основной задачей является получение вероятностно-временных характеристик каждого устройства, которые входят в подсистему. Это требуется для того, чтобы была возможность выявить «узкие места», которые могли бы вызвать перегрузку во время функционирования подсистемы. Также из полученных характеристик рассчитывается время обмена между процессорными узлами и модулями локальной памяти. В статье представлены теоретическое описание метода, описание объекта исследования, основные математические выражения для расчета вероятностно-временных характеристик. Также представлены результаты проведенного вычислительного эксперимента в виде графиков зависимости от числа процессоров, где сравниваются значения, полученные усовершенствованным методом моделирования со значениями полученные базовым методом. Для проведения вычислительного эксперимента задаваемые параметры исследуемой подсистемы «процессор – память» брались исходя из параметров существующих устройств, для того чтобы результаты экспериментов были приближены к реальным показателям. Как показали результаты эксперимента, с помощью усовершенствованного метода математического моделирования появляется возможность оценить параметры устройств подсистемы «процессор – память», рассчитать время обмена, на основании которого можно сделать заключение о быстродействии проектируемой подсистемы «процессор – память». В конце статьи приводятся выводы по проведенному исследованию и эксперименту.

Ключевые слова: подсистема «процессор – память», NUMA, многопроцессорная система, время обмена, метод математического моделирования, СМО, относительные приоритеты

METHOD OF MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESSOR-MEMORY SUBSYSTEM BASED ON QUEUING SYSTEMS WITH RELATIVE PRIORITIES

Martyshkin A.I., Martens-Atyushev D.S.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: Alexey314@yandex.ru, novoselich93@mail.ru

This paper presents a study of an improved method of mathematical modeling of the processor-memory subsystem of the NUMA type. The main task is to obtain the probability-time characteristics of each device that is included in the subsystem. This is required in order to be able to identify «bottlenecks» that could cause overload during the operation of the subsystem. Also, the exchange time between processor nodes and local memory modules is calculated from the obtained characteristics. The article presents a theoretical description of the method, a description of the object of research, and the main mathematical expressions for calculating the probability-time characteristics. The results of the computational experiment are also presented in the form of graphs of dependencies on the number of processors, where the values obtained by the improved modeling method are compared with the values obtained by the basic method. To conduct a computational experiment, the parameters set for the processor-memory subsystem under study were taken based on the parameters of existing devices, so that the results of the experiments were close to real indicators. As the results of the experiment showed, with the help of an improved method of mathematical modeling, it becomes possible to evaluate the parameters of the devices of the processor-memory subsystem, calculate the exchange time, on the basis of which it is possible to draw a conclusion about the performance of the designed processor-memory subsystem. At the end of the article, the conclusions of the study and experiment are presented.

Keywords: processor-memory subsystem, NUMA, multiprocessor system, exchange time, mathematical modeling method, queuing system, relative priorities

Во время разработки специализированных реконфигурируемых многопроцессорных систем (СРМС) [1, 2] с целью определения эффективной и производительной структуры проводят математическое моделирование. Одним из распространенных методов является моделирование, базирующееся на основе теории массового обслуживания (ТМО). В некоторых работах представлены подобные методы, однако стоит отметить, что обычно условия проведения моделирования характеризуются

простейшими входными потоками, экспоненциальным бесприоритетным обслуживанием и неограниченным числом мест в очередях систем массового обслуживания (СМО) [3, 4]. Как показала практика, подобные условия не всегда дают точные результаты при проведении моделирования, потому что в реальных СРМС при выполнении транзакции обмена между процессорными узлами (ПУ) и оперативной памятью (ОП) необходимо, чтобы одни запросы обрабатывались за меньшее время,

чем другие. Для выполнения данного условия функционирования СРМС требуется применять дисциплины обслуживания (ДО) с приоритетами.

Исходя из вышеописанного, в данной работе рассматривается возможность усовершенствовать математический метод моделирования, который основан на ТМО. Объектом исследования является подсистема «процессор – память» с неоднородным доступом к памяти (Non-Uniform Access Memory (NUMA)). Совершенствование метода заключается в применении ограниченных очередей в СМО, а также введение ДО с относительными приоритетами, с целью получения более точных значений вероятностно-временных характеристик подсистемы «процессор – память». Данные характеристики имеют особую важность, так как на их основании можно вычислить, за какое время один ПУ произведет запрос на запись или чтение в ОП. Также по этим параметрам можно определить пропускную способность общей шины (ОШ) или других отдельных устройств, входящих в подсистему «процессор – память».

Материалы и методы исследования

Введение относительных приоритетов при обслуживании в СМО предполагает различные значения входных интенсивностей потоков задач, поступающих на обработку, что является, по сути, неоднородным потоком. Функционирование СРМС как раз характеризуется подобной неоднородно-

стью. Запросы при ДО с относительными приоритетами обрабатываются следующим образом [5]. Так как существуют программы, выполнение которых представляют большую значимость, то запросы на запись и чтение, связанные с выполнением данных программ, будут обладать наивысшим приоритетом. Тогда прибывший запрос на обработку с высоким приоритетом и заставший при этом в СМО запрос с меньшим приоритетом, займет в очереди место, которое будет соответствовать классу его приоритета.

Далее представим описание исследуемой подсистемы «процессор – память» типа NUMA (рис. 1).

Схема подсистемы «процессор – память» представлена в виде сети массового обслуживания (СМО), где отдельными СМО являются основные устройства исследуемой подсистемы. Таким образом, S_0 – источник запросов в виде ПУ, генерирующих запросы на чтение или запись, S_1 – ОШ, S_2 – буфер записи (БЗ), S_3 – буфер чтения (БЧ), S_4, \dots, S_m – модули локальной памяти (ЛП). Суммарный входной поток, состоящий из интенсивностей $\lambda_0, \dots, \lambda_n$ (запросы ПУ в общую память), а также интенсивностей $\gamma_0, \dots, \gamma_n$ (запросы ПУ в собственную ЛП). Если ПУ обращается в общую память, то запросы поступают на ОШ, а если ПУ необходимо произвести обмен данными с собственной ЛП, то запросы отправляются в один из модулей ЛП. Запросы, прошедшую обработку, покидают подсистему через S_0 .

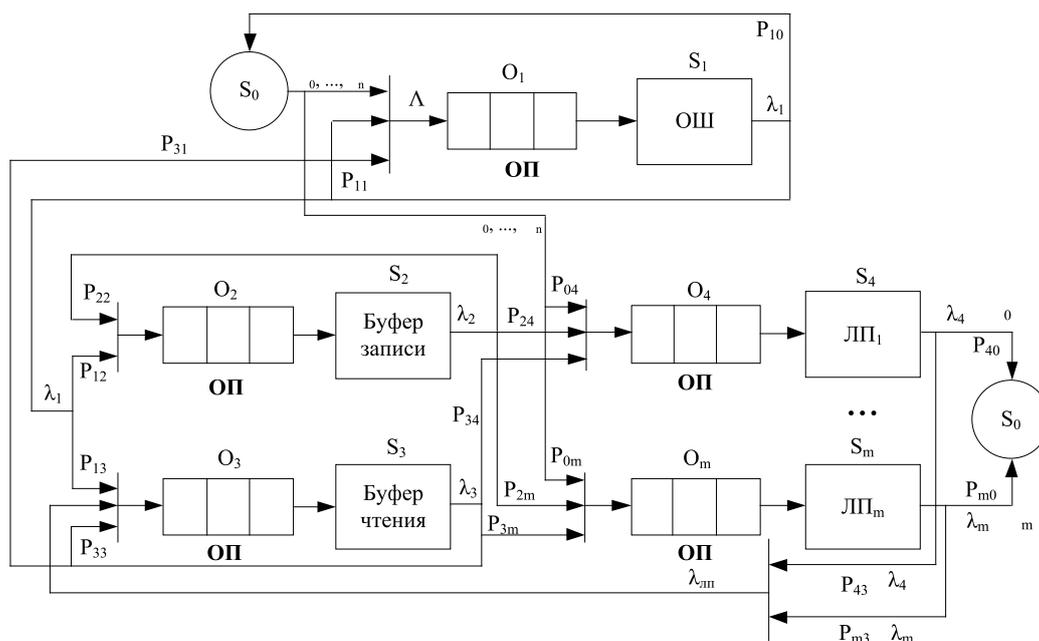


Рис. 1. Схема подсистемы «процессор – память» типа NC-NUMA с относительными приоритетами

Для суммарного потока Λ приоритеты распределяются следующим образом. Самым высоким по классу приоритетом будет обладать поток запросов, исходящий из БЧ на выдачу считанных данных $\lambda_3 p_{31} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_R$. Поток запросов, который генерируют ПУ, состоит из следующих двух классов $\lambda_0 = \lambda_{02} + \lambda_{01}$, где $\lambda_{02} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_W$ запросы на запись имеют второй уровень приоритетов, а $\lambda_{01} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_R$ это запросы на чтение из модулей памяти, которые обладают третьим классом приоритетов.

Поток, обработанный в СМО ОШ, поступает на БЧ и БЗ. Перед БЗ формируется поток запросов на запись λ_1 с вероятностью p_{12} , который обладает одним приоритетом ПУ $\lambda_1 p_{12} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_W$. На БЧ поступает поток запросов, который формируется из выходных потоков от ОШ и модулей ЛП. Первым классом по приоритетности будет обладать поток запросов, поступающий от ЛП $\lambda_{ЛП} = \lambda_4 + \lambda_5 + \dots + \lambda_m$, тогда второй класс приоритета присваивается запросам на чтение, поступающим от ОШ $\lambda_1 p_{13} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_R$.

Рассмотрим, как распределяются запросы по классам приоритета перед модулями ЛП. Высоким приоритетом будут обладать запросы, поступающие от БЧ и БЗ, при этом запрос на запись будет обладать первым классом приоритета $\lambda_2 p_{2m} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_W$, а вторым классом приоритета запросы на чтение данных $\lambda_3 p_{3m} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_R$. Запросы из суммарного потока Y распределяются таким образом: запросы на запись третий уровень - $Y_{W0m} = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_W$, запросы на чтение четвертый уровень - $Y_{R0m} = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_R$.

Расчет среднего времени обслуживания и интенсивность входного потока, рассчитываются согласно выражениям, приведенным в работе [6]. В этой статье представим основные выражения для расчета вероятностно-временных характеристик и време-

ни обмена в подсистеме «процессор – память» типа NUMA.

Если в СМО прибывает поток M простейших запросов с интенсивностями $\lambda_1, \dots, \lambda_M$ или $\gamma_1, \dots, \gamma_M$, тогда среднее время ожидания запросов в очереди СМО, с приоритетами $k = 1, \dots, M$, вычисляется по следующему выражению

$$\omega_k^{OP} = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \vartheta_i (1 + v_{\vartheta_i}^2)}{2 \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} \rho_{i-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \right)}, \quad (1)$$

где ρ_i – загрузка СМО (определяется как

$$\rho_i \frac{\delta_i}{\mu_i} \quad (\delta_i - \text{интенсивность } (\lambda \text{ или } \gamma) \text{ поступления заявок } i\text{-го приоритета; } \mu_i - \text{интенсивность обслуживания заявок } i\text{-го приоритета),$$

ϑ_i – среднее время обслуживания заявок i -го приоритета, $v_{\vartheta_i}^2$ – коэффициент вариации длительности обслуживания заявки i -го приоритета.

Для расчета среднего времени ожидания, исходя из [3, 7] применяется выражение

$$u_k^{OP} = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \vartheta_i (1 + v_{\vartheta_i}^2)}{2 \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} \rho_{i-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \right)} + \vartheta_j. \quad (2)$$

Получив выражения для расчета вероятностно-временных характеристик подсистемы «процессор – память» выведем выражения для оценки времени обмена в модуле ЛП. Следуя теоретическим сведениям, представленным в [8], время обмена в системе с общей памятью рассчитывается по выражению

$$t_{Om} = \frac{3(\tau + u_{OШ}^{OP} + \omega_{ЛП\lambda}^{OP}) + u_{БЗ}^{OP} p_{24} + \left(\frac{u_{БЧ}^{OP} p_{ЛПm}}{p_{БЧ}} \right) p_{23}}{N_{cpu}}, \quad (3)$$

где τ – время выдачи адреса данных на ОШ ПУ, $p_{ЛПm}$ – вероятность того, что данные находятся в одном из модулей ЛП, $p_{БЧ}$ – вероятность того, что данные находятся в БЧ, $\omega_{ЛП\lambda}^{OP}$ – среднее время ожидания в очереди перед модулем ЛП рассчитывается по выражению

$$\omega_{ЛП\lambda}^{OP} = \frac{\gamma_n \vartheta_{ПУ}^{(2)}}{2} + \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \vartheta_i (1 + v_{\vartheta_i}^2)}{2 \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} \rho_{i-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \right)}. \quad (4)$$

Формула для расчета времени обмена ПУ с собственной ЛП:

$$t_{Lm} = \frac{\tau + \omega_{\text{ЛП}\gamma W}^{\text{ОП}} P_{2m} + \omega_{\text{ЛП}\gamma R}^{\text{ОП}} P_{3m}}{N_{\text{cpu}}}, \quad (5)$$

где $\omega_{\text{ЛП}\gamma W}^{\text{ОП}}$ – среднее время ожидания в очереди перед модулем ЛП при обращении команды записи ПУ в собственную память

$$\omega_{\text{ЛП}\gamma W}^{\text{ОП}} = \frac{\lambda_2 \vartheta_{\text{БЗ}}^{(2)}}{2(1 - \lambda_2 \vartheta_{\text{БЗ}})} + \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \vartheta_i (1 + v_{\vartheta_i}^2)}{2 \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} \rho_{i-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \right)}, \quad (6)$$

$\omega_{\text{ЛП}\gamma R}^{\text{ОП}}$ – среднее время ожидания в очереди перед модулем локальной памяти при обращении команды чтения ПУ в собственную память

$$\omega_{\text{ЛП}\gamma R}^{\text{ОП}} = \frac{\lambda_3 \vartheta_{\text{БЧ}}^{(2)}}{2(1 - \lambda_3 \vartheta_{\text{БЗ}})} + \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \vartheta_i (1 + v_{\vartheta_i}^2)}{2 \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} \rho_{i-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \right)}. \quad (7)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа теоретических исследований по усовершенствованию математического метода моделирования были произведены экспериментальные расчеты. Полученные результаты сравнивались с результатами моделирования известным (базовым) методом математического моделирования. Входные параметры для модели подсистемы «процессор – память», представленной на рис. 1, задавались следующим образом: входной поток запросов, среднее время обслуживания устройств, число ПУ и модулей ЛП были одинаковы как для предлагаемого метода моделирования, так и для базового метода. Различие заключалось в том, что очереди в усовершенствованном методе ограничены, а также в СМО применяется ДО с относительными приоритетами. Ограничение по числу мест распределялось следующим образом, перед ОШ 1 место, в БЧ 20 мест, в БЗ 10 мест и в ЛП на каждый модуль приходится по 1 месту. Для базового метода принято, что очереди не ограничены и обслуживание в СМО беспriorитетное.

Значения параметров для СМО принимались, исходя из описания реально существующих устройств в многопроцессорных системах. Интенсивность входного потока рассчитывалась, на основании того, что число ПУ изменялось от 2 до 16, а в качестве одного ПУ выступало софт-процессорное ядро NIOS II с тактовой частотой 50 МГц [9]. Среднее время обслуживания каждого устройства, вычислялось согласно

его описанию, следовательно, $\vartheta_{\text{ОП}} = 20$ нс (согласно описанию на шину Avalon [10]), $\vartheta_{\text{БЧ}} = 10$ нс, $\vartheta_{\text{БЗ}} = 10$ нс, $\vartheta_{\text{ЛП}} = 27,5$ нс. Количество модулей ЛП изменялось от 2 до 16.

Далее представим результаты экспериментальных расчетов. На рис. 2 представлены графики зависимостей среднего времени в очередях от числа ПУ. На графиках приняты следующие обозначения: Б – базовый метод моделирования, Р ОП 1 кл. – разработанный метод моделирования с относительным приоритетом 1 класс, Р ОП 2 кл. – разработанный метод моделирования с относительным приоритетом 2 класс, Р ОП 3 кл. – разработанный метод моделирования с относительным приоритетом 3 класс.

Результаты, приведенные на графиках, показывают, что характеристики, полученные усовершенствованным методом, имеют приемлемые временные значения, в отличие от значений, полученных базовым методом моделирования. Хотя стоит отметить, что в случае расчета характеристик ОШ значения по одному классу приоритетов совпали. Еще одним преимуществом предлагаемого метода математического моделирования является то, что мы можем проанализировать и оценить, какое влияние оказывает на работу подсистемы «процессор – память» обработка различных запросов по классу приоритета, т.е. чем выше класс, тем меньше время требуется для обслуживания данного запроса. В случае базового метода моделирования такой возможности нет. Также представляет интерес поведение модуля ЛП. Так как при увеличении числа ПУ среднее время ожидания

не изменяется, что как раз характеризует работу подсистемы типа NUMA, память данного типа локально распределена, таким образом, что очереди для каждого модуля индивидуальны и весь входной поток запросов распределяется равномерно по очередям, не нагружая модули памяти.

На рис. 3 представлены результаты вычисления среднего времени пребывания

в устройствах подсистемы «процессор – память». Данные графики также показывают зависимость от уровня класса приоритета и по форме схожи по графикам среднего времени ожидания в очередях, однако в данном случае можно оценить, сколько в целом времени затрачивается на обработку запроса в определенном устройстве подсистемы «процессор – память».

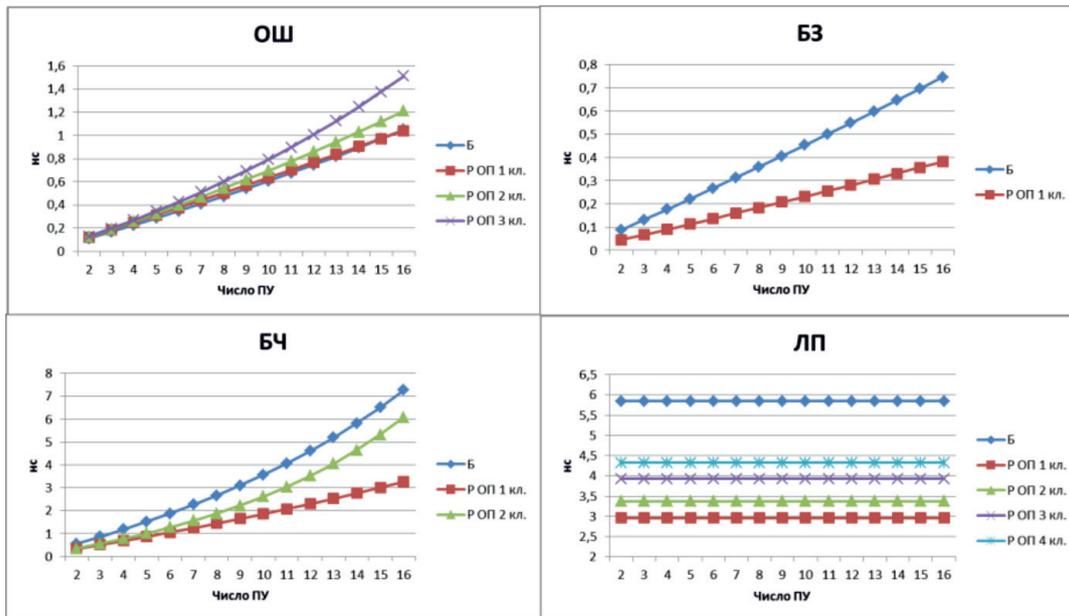


Рис. 2. Зависимость среднего времени ожидания в очередях приоритетных СМО подсистемы NUMA от числа ПУ

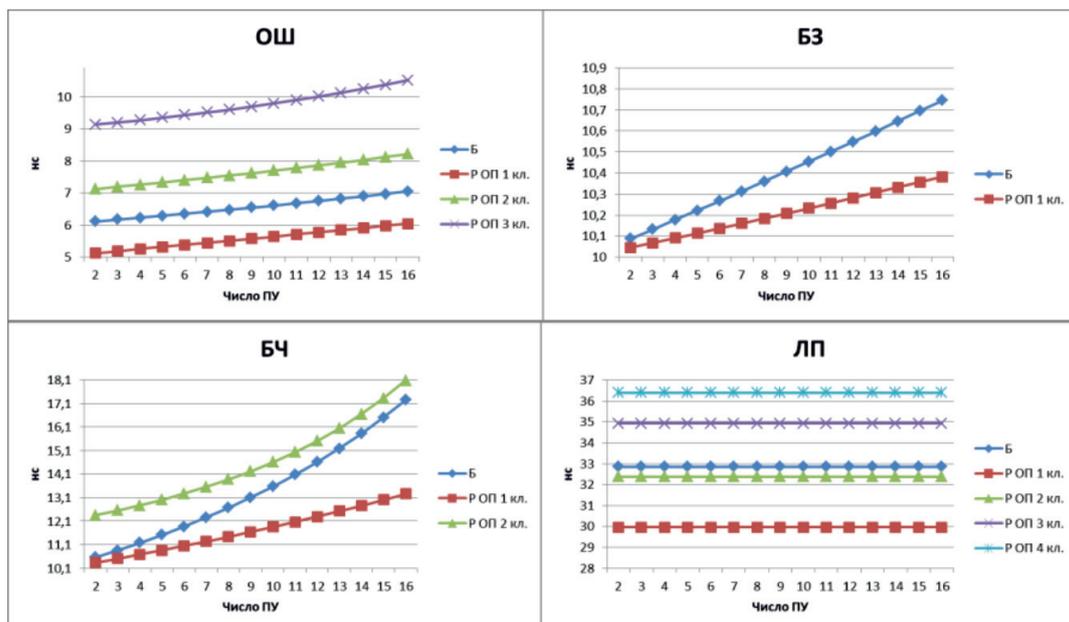


Рис. 3. Зависимость среднего времени пребывания в приоритетных СМО, подсистемы NUMA от числа ПУ

На основании полученных результатов оценки вероятностно-временных характеристик, были получены значения времени обмена в подсистеме «процессор – память». На рис. 4 представлены графики зависимостей времени обмена от числа ПУ. Для детального анализа во время проведения эксперимента, время обмена вычислялось при разных комбинациях классов приоритетов запросов. На графике приняты следующие обозначения:

- ОШ 1 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ЛП 1 кл. на графике 1-1-1-1;
- ОШ 2 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ЛП 2 кл. на графике 2-1-1-2;
- ОШ 3 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ЛП 3 кл. на графике 3-1-1-3;
- ОШ 1 кл., БЗ 1 кл., БЧ 2 кл., ЛП 4 кл. на графике 1-1-2-4;

– ОШ 2 кл., БЗ 1 кл., БЧ 2 кл., ЛП 2 кл. на графике 2-1-2-2;

– ОШ 3 кл., БЗ 1 кл., БЧ 2 кл., ЛП 3 кл. на графике 3-1-2-3.

Результаты, приведенные на графике, показывают, как уменьшается время обмена с увеличением числа ПУ. Также можно отметить, влияние класса приоритета на время обмена, то есть запросы, обладающие первым классом приоритетов, обрабатываются быстрее, потому как время ожидания в очереди у них меньше, чем у запросов, имеющих класс приоритета ниже. Таким образом, можно проанализировать быстродействие передачи данных одного ПУ к модулю ЛП, относящегося к другому ПУ.

На рис. 5 представлен график зависимости времени обмена ПУ в собственную ЛП от числа ПУ в приоритетной подсистеме типа NUMA.

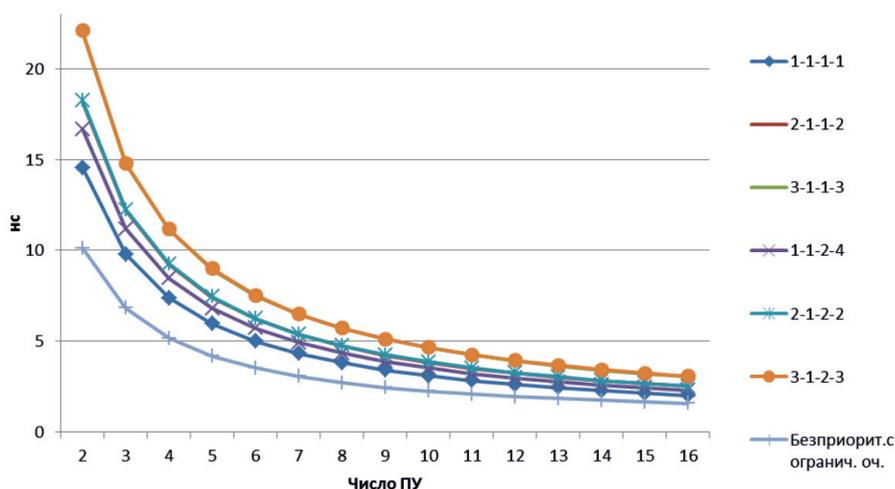


Рис. 4. Зависимость времени обмена ПУ с памятью приоритетной и бесприоритетной дисциплины обслуживания подсистемы NUMA от числа ПУ

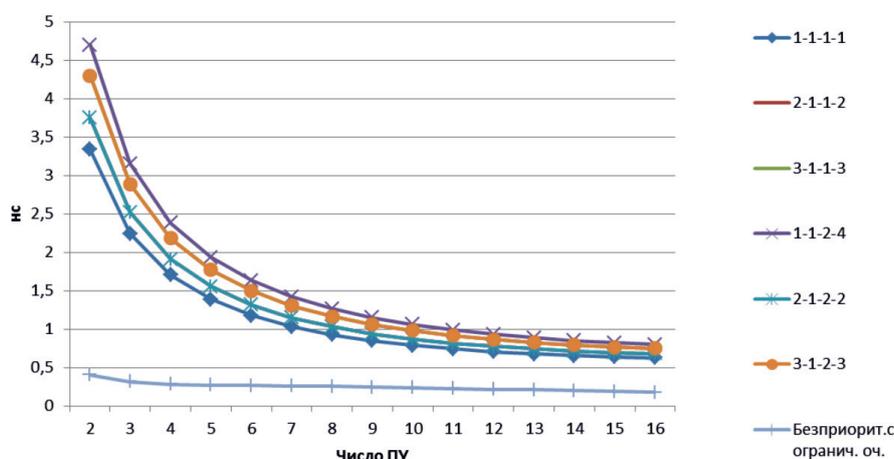


Рис. 5. Зависимость времени обмена ПУ в собственную локальную память от числа ПУ в приоритетной подсистеме типа NUMA

По данным графикам можно сделать такие же, как и в случае с обращением в ЛП другого ПУ, выводы о влиянии уровня класса на время обмена ПУ в собственный модуль ЛП. При этом показатели времени обмена не превышают 5 нс при подобной конфигурации подсистемы «процессор – память».

Заключение

В статье представлено описание усовершенствованного метода математического моделирования для подсистемы «процессор – память» типа NUMA. Метод основан на расчете моделей, представленных в виде СМО с приоритетным обслуживанием и ограничением числа мест в очередях. Данные условия проведения моделирования позволяют получить более точные значения вероятностно-временных характеристик, что влияет на конечный результат при расчете времени обмена данными между ПУ и модулем ЛП. Данный вывод основывается на представленных в статье результатах экспериментальных вычислений, где был проведен сравнительный анализ полученных значений между предлагаемым методом моделирования и базовым методом. Таким образом, с помощью усовершенствованного метода математического моделирования можно получить более точные вероятностно-временные характеристики по каждому устройству в подсистеме «процессор – память», а также время обмена при неоднородном потоке запросов на чтение и запись.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90093.

Список литературы

1. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. СПб.: Питер, 2015. 1120 с.
2. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем (2-е изд.). СПб.: Питер, 2011. 688 с.
3. Майоров С.А., Новиков Г.И., Алиев Т.И., Махарев Э.И., Тимченко Б.Д. Основы теории вычислительных систем: учебное пособие для вузов / под ред. С.А. Майорова. М.: Высшая школа, 1978. 409 с.
4. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. М.: Мир, 1979. 600 с.
5. Бронштейн О.И., Духовный И.М. Модели приоритетного обслуживания в информационно-вычислительных системах. М.: Наука, 1976. 220 с.
6. Мартенс-Атюшев Д.С. Анализ задержек при проектировании специализированных многопроцессорных систем с применением теории массового обслуживания // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых. 2020. С. 296–300.
7. Рыжиков Ю.И., Хомоненко А.Д. Расчет многоканальных систем обслуживания с абсолютными и относительными приоритетами на основе инвариантов отношений // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2015. № 3. С. 11–15.
8. Костров Б.В., Мартышкин А.И. Исследование структурной организации и оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем с общей шиной // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. Вып. 2. С. 152–162.
9. Nios II Processor Reference Guide // Компания Intel [официальный сайт]. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/programmable/documentation/iga1420498949526.html> (дата обращения: 17.04.2021).
10. Avalon Interface Specifications // Компания Intel [официальный сайт]. [Электронный ресурс]. URL: https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/manual/mml_avalon_spec.pdf (дата обращения: 17.04.2021).

УДК 519.62

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Местников А.Е.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: mestnikovae@mail.ru

В статье приводятся результаты по разработке алгоритмов выбора оптимальных параметров теплоизоляции горных выработок в условиях многолетней мерзлоты (криолитозоны). При этом допускается оттаивание мерзлых пород на максимальную глубину за определенный срок эксплуатации. При решении задач учитывается сильная знакопеременность теплового режима в устьевой части воздухоподающих горных выработок. Предлагаемые алгоритмы явились теоретической основой для разработки метода оценки эксплуатационной эффективности теплоизоляционных материалов в горных выработках криолитозоны. Для управления тепловым режимом вмещающих многолетнемерзлых горных пород используются эффективные теплоизоляционные материалы (легкие бетоны с пористыми заполнителями и полимерные теплоизоляционные материалы). Выбор материала и толщины теплоизоляции определяется из условия недопущения или сохранения глубины протаивания многолетнемерзлых пород в заданный период эксплуатации. Разработанные математические модели с достаточной точностью позволяют решать актуальные задачи горной теплофизики, в том числе для оценки эксплуатационной эффективности теплоизоляционных материалов в составе конструкций крепежных элементов с целью сохранения устойчивости горных выработок криолитозоны. На основе результатов математического моделирования предложен инженерный метод определения оптимальных параметров теплоизоляции горных выработок в условиях криолитозоны.

Ключевые слова: математическое моделирование, мерзлые породы, теплоизоляция, знакопеременность теплового режима, заданная глубина оттаивания, фазовый переход, задачи Стефана, алгоритмы решения

EVALUATION OF THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF THERMAL INSULATION MATERIALS IN CRYOLITHOZONE MINE WORKINGS

Mestnikov A.E.

North-Eastern Federal University named M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: mestnikovae@mail.ru

The article presents the results of the development of algorithms for selecting the optimal parameters of thermal insulation of mine workings in the conditions of permafrost (cryolithozone). At the same time, it is allowed to thaw frozen rocks to the maximum depth for a certain period of operation. When solving the problems, a strong sign-change of the thermal regime in the mouth of the air-supplying mine workings is taken into account. The proposed algorithms were the theoretical basis for the development of a method for evaluating the operational efficiency of thermal insulation materials in the cryolithozone mine workings. Effective thermal insulation materials (light concrete with porous aggregates and polymer thermal insulation materials) are used to control the thermal regime of permafrost rocks. The choice of material and thickness of thermal insulation is determined from the condition of preventing or maintaining the depth of thawing of permafrost during a given period of operation. The developed mathematical models with sufficient accuracy allow us to solve current problems of mining thermophysics, including for evaluating the operational efficiency of thermal insulation materials as part of the structures of fasteners in order to preserve the stability of the cryolithozone mine workings. Based on the results of mathematical modeling, an engineering method for determining the optimal parameters of thermal insulation of mine workings in the conditions of the cryolithozone is proposed.

Keywords: mathematical modeling, frozen rocks, thermal insulation, thermal regime alternation, specified thaw depth, phase transition, Stefan problems, solution algorithms

Промышленное освоение территории и недр в районах многолетней мерзлоты (криолитозоны) неизбежно приводит к нарушению естественного процесса тепло-массообмена грунтов с атмосферой. В строительстве горных выработок в криолитозоне для уменьшения или предотвращения протаивания мерзлых горных пород с целью повышения их устойчивости обычно используются теплозащитные крепи и системы [1, 2].

Исследованиям систем и методики регулирования теплового режима горных выработок в криолитозоне посвящены научные

разработки Института горного дела Севера СО РАН [3, 4]. Однако предложенные методики не дают полной возможности полноценного решения всех разновидностей задач теплофизики для горных выработок в условиях криолитозоны [5]. Например, при расчете вентиляционных систем шахт и рудников не всегда в полной мере учитываются особенности теплообмена воздуха с вмещающим массивом горных пород, фазовых переходов в них в процессе изменения теплового режима подачи воздушных масс.

Математическое моделирование тепловых процессов в горных породах и вы-

работках позволяет оценить не только их криогенность, устойчивость, прочность и другие параметры для производства горных работ [6, 7], но и установить эксплуатационную эффективность использования теплоизоляционных материалов в составе теплозащитных крепей.

Целью исследовательской работы является разработка инженерного метода определения оптимальных параметров теплоизоляции горных выработок в условиях криолитозоны на основе результатов математического моделирования.

Материалы и методы исследования

В условиях криолитозоны основным условием обеспечения устойчивости подземных сооружений является сохранение вечномерзлого состояния вмещающих горных пород в течение определенного срока их эксплуатации. В основном для управления тепловым режимом вмещающих многолетнемерзлых горных пород используются эффективные теплоизоляционные материалы (легкие бетоны с пористыми заполнителями и полимерные теплоизоляционные материалы) [8]. Выбор материала и толщины теплоизоляции определяется из условия недопущения или сохранения глубины протаивания многолетнемерзлых пород в заданный период эксплуатации.

Ниже приведены результаты математического моделирования тепловых процессов в подземных выработках криолитозоны с учетом фазовых переходов в многолетнемерзлых горных породах. Разработанные модели с достаточной точностью позволяют решить актуальные задачи эффективности использования теплоизоляционных материалов для снижения глубины протаивания, а также условия, не допускающие оттаивания мерзлого грунта, в определенный срок эксплуатации горных выработок в условиях криолитозоны.

Математические модели также могут использоваться для оценки эксплуатационной эффективности теплоизоляционных материалов в составе конструкций крепежных элементов с целью сохранения устойчивости горных выработок криолитозоны.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Алгоритм для определения оптимальной толщины теплоизоляционного слоя, не допускающего оттаивания

Распределение температуры в горных породах вокруг подземных сооружений в толще многолетней мерзлоты с высокой вероятностью может быть описано линейным уравнением теплопроводности

$$c\gamma \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{x^v} \frac{\partial}{\partial x} \left(x^v \cdot \lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial x} \right), x \in (r_0, R), \tau > 0. \quad (1)$$

Допустим, что в исходный момент времени $t = 0$ многолетнемерзлый массив имеет температуру

$$t(x, 0) = t_0(x), x \in (r_0, R). \quad (2)$$

Допуская, что R – достаточно большая величина, граничное условие при $x = R$ можно задать в следующем виде

$$t(R, \tau) = t_0(R), \tau > 0. \quad (3)$$

Предполагая, что заданный теплоизоляционный слой рассматривается как термическое сопротивление, граничное условие при $x = r_0$ будет иметь вид

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha(t - t_b(\tau)), x = r_0, \tau > 0. \quad (4)$$

Здесь

$$\alpha = \begin{cases} \left[\frac{1}{\alpha} + \sum_i \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} \right], v = 0 \\ \left[\frac{1}{\bar{\alpha} \cdot d_1 \cdot \pi} + \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{из}} \ln \left(1 + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} \right) \right]^{-1}, v = 1, \\ \left[\frac{1}{\bar{\alpha} \cdot d_1^2 \cdot \lambda_{из}} + \frac{\delta_{из}}{2\pi \cdot \lambda_{из} (d_1 + d_{из})} \right]^{-1}, v = 2. \end{cases} \quad (5)$$

Далее следует уточнить значение величины α , удовлетворяющей требованиям

$$\sup_{\tau \in [0, t]} t(r_0, \tau) = t^* \quad (6)$$

где t^* – показатель температуры, при которой мерзлые горные породы переходят в другое фазовое состояние (оттаивание льда в горных породах).

Следует отметить, что искомая функция $t(x, \tau)$ зависит от α , поскольку управление температурным полем горных пород проводится изменением α . Таким образом, уравнение (6) следует изменить на другой вид

$$\sup_{\tau \in [0, t]} t(r_0, \tau, \alpha) = t^* \quad (7)$$

Далее следует уточнить постоянную α – корень трансцендентного уравнения (7), где $t(r_0, \tau, \alpha)$ – значение решения краевой задачи (1)–(4) при $x = r_0, t > 0$.

Решаем поставленную задачу с применением метода «секущих»:

0 1

а) задавая α и α допустим, что $s = 0$;

s s

б) решается краевая задача применительно $t(x, \tau)$ с $\alpha = \alpha$

$$\left\{ \begin{array}{l} c\gamma \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{x^v} \frac{\partial}{\partial x} \left(x^v \cdot \lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial x} \right), x \in (r_0, R), \tau > 0, t(R, \tau) = t_0(R), \tau > 0 \\ \lambda \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha \left(t - t_b(\tau) \right), x = r_0, \tau > 0, t(x, 0) = t_0(x), x \in [r_0, R], \end{array} \right. \quad (8)$$

в) определяем

$$\mu = \sup_{\tau} t \left(r_0, \tau, \alpha \right);$$

г) увеличиваем s на одну единицу $s = s + 1$;

д) при $s = 1$ переходим к решению пунктов б–г;

е) решаем методом «секущих» заданное приближение значения коэффициента теплопередачи:

$$\alpha = \alpha + (\alpha - \alpha)(t^* - \mu) / (\mu - \mu);$$

ж) проводим проверку условия

$$z = \left| \frac{s}{\alpha - \alpha} \right| = + \left| \frac{s-1}{\mu - \mu} \right| < (>) \varepsilon.$$

При $z > \varepsilon$ возвращаемся к решению пунктов б–ж. Иначе

$$\alpha = \alpha, t(x, \tau) = t(x, \tau), (x, t) \in [r_0, R] \times [0, T].$$

Далее определяем необходимую толщину теплоизоляционного слоя $\delta_{из}$ из выражения (5)

$$\delta_{из} = \begin{cases} \lambda_{из} / \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\bar{\alpha}} \right), v=0, \\ d_1 \left(\exp \left(\frac{2(\bar{\alpha} \cdot d_1 \cdot \pi - \alpha) d_{из}}{\alpha \cdot \bar{\alpha} \cdot d_1} - 1 \right) - 1 \right), v=1, \\ \left[\frac{1}{d_1} - \frac{\bar{\alpha} \cdot \alpha \cdot d_1^2}{2 \cdot d_1 \cdot \lambda_{из} (\alpha - \bar{\alpha} \cdot \pi \cdot d_1^2)} \right]^{-1}, v=2. \end{cases} \quad (9)$$

Для численного решения поставленной задачи (8) используем конечно-разностный метод.

Вводим разновидность произвольной квазиравномерной прямоугольной сетки

$$\bar{\omega}_{hk} = \begin{cases} x_i = x_{i-1} + h_i, i = \overline{1, N}; x_0 = r_0, x_N = R, \forall h_i > 0, i = \overline{0, N}; \\ \tau_j = \tau_{j-1} + k_j, j = \overline{1, j_0}, \tau_0 = 0, \tau_{j_0} = T, \forall k_j > 0, j = \overline{0, j_0}. \end{cases}$$

Краевой задаче (8) на сетке $\bar{\omega}_{hk}$ поставим в соответствие разностную схему

$$\begin{cases} c\gamma \frac{y_i - y_i^v}{k_j} x_i^v \cdot \eta_i = \left[x_{i+1/2}^v \frac{y_{i+1} - y_i}{h_{i+1}} - x_{i-1/2}^v \frac{y_i - y_{i-1}}{h_i} \right], i = \overline{1, N-1}, j = 1, 2, \dots, y_N = t_0(x_N), \\ c\gamma \frac{y_0 - y_0^v}{k_j} x_0^v \cdot h_0 = \left[\lambda x_{1/2}^v \frac{y_1 - y_0}{h_1} - x_0^v \cdot \alpha (y_0 - t_b(\tau)) \right], y_i^0 = t_0(x_i), i = \overline{0, N}. \end{cases} \quad (10)$$

Из выражения (10) при каждом фиксированном j получаем трехточечное разностное уравнение

$$a_i y_{i-1} - c_i y_i + b_i y_{i+1} = -f_i, i = \overline{1, N-1}, y_0 = \alpha_1 y_1 + \beta_1, y_N = t_0(x),$$

которое решаем методом прогонки.

Здесь

$$a_i = \frac{\lambda x_{i-1/2}^v}{h_i}, b_i = \frac{\lambda x_{i+1/2}^v}{h_i}, c_i = a_i + b_i + \frac{c\gamma x_i^v \cdot \eta_i}{k_j}, f_i = \frac{c\gamma x_i^v \cdot \eta_i}{k_j} y_i^v,$$

$$\alpha_i = b_0 / \left(b_0 + \frac{c\gamma x_0^v \cdot \eta_0}{k_j} + x_0^v \cdot \alpha \right), \beta_i = \alpha_1 \left(x_0^v \cdot \alpha \cdot T_b(\tau) + \frac{c\gamma x_0^v \cdot \eta_0}{k_j} y_0^v \right) / b_0.$$

2. Алгоритм для определения параметров оптимальной теплоизоляции

На конкретном примере, когда слой теплоизоляционного материала рассматривается в качестве термического сопротивления, формулировка задачи выразится в следующем: определить оптимальный показатель коэффициента теплопередачи α , способствующего оттаиванию грунтового основания горной выработки на определенную глубину ξ_1 , не изменяющуюся за заданный срок эксплуатации при выполнении следующих условий:

$$\begin{aligned} \tilde{n}(t) \frac{\partial t}{\partial \tau} &= \frac{1}{x^{\nu}} \frac{\partial}{\partial x} \left(x^{\nu} \cdot g(t) \frac{\partial t}{\partial x} \right), (x, \tau) \in \Omega_T = \{(r_0, R) \times (0, T)\}, \\ g(t) \frac{\partial t}{\partial x} &= \alpha (t - t_0(\tau)), x = r_0, t(R, \tau) = t_0(R), \tau > 0, \\ \left[g(t) \frac{\partial t}{\partial x} \right] &= \chi \gamma \frac{d\xi}{d\tau}, x = \xi(0) = 0, \end{aligned} \quad (11)$$

$$t = t^*, x = \xi(\tau), \tau > 0, t(x, 0) = t_0(x), x \in \bar{\Omega},$$

$$\begin{aligned} \sup_{\tau \in T} \xi(\tau) &= \xi_1, \\ &[\tau \in T] \end{aligned}$$

$$\text{где } c(t) = \begin{cases} c_m \gamma, t > t^* \\ c_M \gamma, t < t^* \end{cases} \quad g(t) = \begin{cases} \lambda_m, t > t^* \\ \lambda_M, t < t^* \end{cases}, \quad (12)$$

$\nu = 0, 1, 2$; ξ_1 – заданная величина максимальной глубины оттаивания.

Описанную задачу можно решать с использованием вышеизложенной методики, учитывая процессы с фазовым переходом.

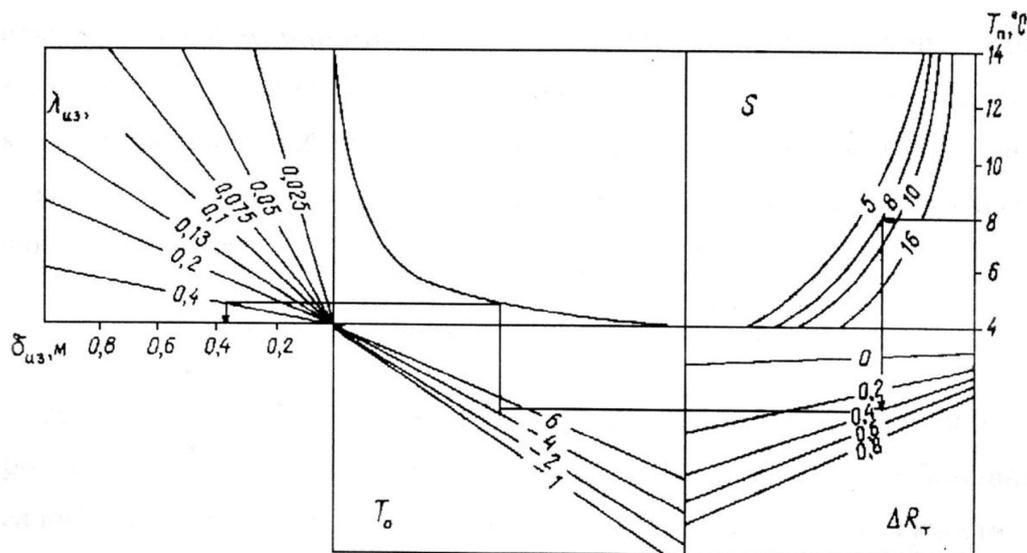
Достоверность выше рассмотренных алгоритмов проверена вычислительным экспериментом и сравнительным анализом полученных теоретических расчетов и фактических данных (таблица) Сангарской шахты Кобяйского района РС (Я) [9].

Фактические показатели температуры многолетнемерзлого массива приняты после 4–5 лет эксплуатации Сангарской шахты. В теоретических расчетах полученные результаты показали удовлетворительную сходимость с показателями натурных замеров температуры (таблица). Результаты математического моделирования тепловых

процессов в подземных выработках криолитозоны с учетом фазовых переходов в многолетнемерзлых горных породах позволили разработать инженерный метод расчета и оценки эксплуатационной эффективности теплоизоляционных материалов в составе конструкций крепежных элементов с целью сохранения устойчивости горных выработок криолитозоны. Метод позволяет оценить эффективность теплозащитных конструкций с использованием показателей термического сопротивления $R_k = \delta_{из} / \lambda_{из}$ в зависимости от сечения выработки S , теплового режима (приведенной температуры T_n), допустимой глубины оттаивания ΔR_d , естественной температуры массива T_e , толщины $\delta_{из}$ и коэффициента теплопроводности теплоизоляционного слоя $\lambda_{из}$ (рисунок).

Распределение температуры в многолетнемерзлом массиве, °С (август)

Показатели	Расстояние от поверхности крепи, м								
	0,0	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,5	6,0	8,0
Фактические	5,2	5,2	2,8	1,6	-1,3	-1,2	-3,3	-3,3	-3,3
Теоретические	5,0	4,6	2,7	1,4	-1,5	-1,3	-3,0	-3,2	-3,1



Номограмма по выбору материала для эффективной теплоизоляции горных выработок криолитозоны

В номограмме (рисунок) заданы начальные условия эксплуатации горных выработок в условиях многолетнемерзлых грунтов: площади выработок $S = 5, 8, 10$ и 16 м^2 , приведенной температуры $T_p = 4, 6, 8, 10, 12$ и 14°C , допускаемой глубины оттаивания $\Delta R_d = 0, 0,2, 0,4, 0,6$ и $0,8 \text{ м}$, естественной температуры массива $T_e = -1, -2, -4$ и -6 , коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала $\lambda_{из} = 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,13; 0,2; 0,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, толщины теплоизоляционного слоя $\delta_{из} = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ и $1,0 \text{ м}$.

Например, толщина эффективного теплоизоляционного слоя из керамзитобетона с $\lambda_{из} = 0,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ определяется следующим образом: для выработки площадью сечения 10 м^2 , пройденной в многолетних горных породах с температурой $T_e = -4^\circ\text{C}$, при следующих параметрах теплового режима воздуха: $t_b = 3^\circ\text{C}$ и циклических изменениях температуры воздуха с амплитудой $A_{ин} = 5^\circ\text{C}$. Допускаемая по несущей способности крепи глубина оттаивания составляет $\Delta R_d = 0,4 \text{ м}$. Требуемая при этом толщина легкого бетона составляет $0,4 \text{ м}$. А оптимальное термическое сопротивление теплоизоляции составляет $R_k = \delta_{из} / \lambda_{из} = 1,0 \text{ (м}\cdot\text{К)/Вт}$. На основе чего можно предложить более приемлемые варианты теплоизоляции, например, из напыляемого пенополиуретана с $\lambda_{из} = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Толщина теплоизоляции из него составит всего 4 см .

Закключение

Разработанные математические модели с достаточной точностью позволяют решать актуальные задачи горной теплофизики,

в том числе для оценки эксплуатационной эффективности теплоизоляционных материалов в составе конструкций крепежных элементов с целью сохранения устойчивости горных выработок криолитозоны.

Предложен инженерный метод определения оптимальных параметров теплоизоляции горных выработок в условиях криолитозоны.

Список литературы

1. Хохолов Ю.А., Соловьев Д.Е. Математическое моделирование тепловых процессов в горных выработках шахт и рудников Севера. Новосибирск: Изд-во «Гео», 2013. 185 с.
2. Галкин А.Ф. Повышение устойчивости горных выработок в криолитозоне // Записки Горного института: Санкт-Петербургский горный институт. 2014. Т. 207. С. 99–102.
3. Курилко А.С., Ермаков С.А., Хохолов Ю.А., Каймонов М.В., Бураков А.М. Моделирование тепловых процессов в горном массиве при открытой разработке россыпей криолитозоны. Новосибирск: Изд-во «Гео», 2011. 140 с.
4. Мордовской С.Д., Петров Е.Е., Изаксон В.Ю. Математическое моделирование двухфазной зоны при промерзании-протаивании многолетнемерзлых пород. Новосибирск: Наука, Сиб. предприятие РАН, 1997. 120 с.
5. Ткач С.М., Курилко А.С., Романова Е.К. Роль теплофизических исследований в обеспечении эффективности и безопасности эксплуатации глубоких карьеров криолитозоны // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 11. Спец. вып. 56: Глубокие карьеры. С. 80–84.
6. Хохолов Ю.А., Курилко А.С. Математическое моделирование процессов теплообмена вентиляционного воздуха с горными породами в протяженных выработках шахт и рудников криолитозоны // Наука и образование. 2015. № 3. С. 50–54.
7. Галкин А.Ф., Курта И.В. Влияние температуры на глубину оттаивания мерзлых пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. № 2. С. 82–91. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-82-91.
8. Романова У.К., Курилко А.С., Хохолов Ю.А. Регулирование теплового режима прибортового породного массива карьера криолитозоны с помощью гидро- и теплоизоляции // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № S30. С. 379–386.
9. Дядькин Ю.Д. Основы горной теплофизики для шахт и рудников Севера. М.: Недра, 1968. 255 с.

УДК 62-519

ПРОГРАММНЫЙ АЛГОРИТМ АППРОКСИМАЦИИ СЛОЖНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ЗВЕНА АПЕРИОДИЧЕСКИМ ЗВЕНОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ

¹Пиотровский Д.Л., ²Куколев А.А., ²Подгорный С.А.

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», Москва, e-mail: piotrovsky2005@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: sashanius@yandex.ru, saptich@rambler.ru

К настоящему времени, в связи с повсеместной интеграцией электронно-вычислительных и сетевых технологий взаимодействия, возросла тенденция к использованию методов, позволяющих реализовать автоматизированный поиск оптимального решения в соответствии с заданным набором ограничений, регламентируемых поставленной задачей. Одним из подобных методов является предложенный Джеймсом Кеннеди и Расселом Эберхартом алгоритм роя частиц. Концепция алгоритма была частично основана на результатах исследования поведения скоплений животных (косяков рыб, стай птиц и т.д.). Данная статья предлагает рассмотреть программную реализацию метода роя частиц в задаче определения эквивалентного аппроксимирующего звена, соответствующего сложному звену с заранее известной переходной характеристикой. Статья предоставляет к рассмотрению некоторые аспекты реализации метода в программной среде Microsoft Visual Studio. За основу сложного звена взят контур подготовки топлива судового главного малооборотного двигателя с электронным управлением подачей топлива MAN B&W 6S90 ME-C. Описание структуры звена представлено в рамках необходимого для рассмотрения основного вопроса исследования объема. Статья также предоставляет описание некоторых полученных после моделирования результатов и соответствующих заключений.

Ключевые слова: обработка информации, оптимизация, метод роя частиц, управление, Visual C#, Microsoft Visual Studio

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION METHOD SOFTWARE ALGORITHM FOR COMPLEX CONTROL SYSTEM DYNAMIC LINK APPROXIMATION WITH SECOND ORDER APERIODIC LINK

¹Piotrovskiy D.L., ²Kukolev A.A., ²Podgorny S.A.

¹K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, e-mail: piotrovsky2005@yandex.ru;

²Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: sashanius@yandex.ru, saptich@rambler.ru

Nowadays due to constant network and computer-based technologies interaction there have appeared a trend to use the data processing methods for automatic optimal solution determination in accordance with pre-defined limits set, being contained by the problem in question. One of these methods is the suggested by Kennedy and Eberhart particle swarm optimization method. The core of the method was partially based on animal behavior exploration results. This article gives an overview of the particle swarm optimization method C# program code for the problem of complicated automatic control system link optimization with the 2nd order aperiodic link, being described with the known transfer chart. The article represents several Microsoft Visual Studio C# code aspects for the particle swarm optimization method implementation. Complicated link model is here known to be based on ship 2-stroke diesel main engine MAN B&W 6S90 ME-C with electronically controlled fuel injection. The required link description is described as well in accordance with idea of the required for basic algorithm understanding information. The article describes some modeling results and conclusions as well.

Keywords: data processing, optimization, particle swarm optimization, control, Visual C#, Microsoft Visual Studio

Методы оптимизации и линейного программирования берут свое начало в 1820 г., когда Фурье предложил метод направленного перебора смежных вершин в направлении возрастания целевой функции – симплекс-метод, ставший на долгое время основным при решении задач линейного программирования [1]. Позднее в 1947 г. метод был расширен и дополнен американским ученым Джоржем Данцигом. Класс экстремальных задач, определяемых линейным функционалом на множестве, задаваемом линейными ограничениями, относят

к 1930-м гг., когда появились первые разработки по решению задач линейного программирования исследователей Джона фон Неймана, Л.В. Канторовича [2, 3]. Тем же Канторовичем совместно с М.К. Гавуриным в 1949 г. был разработан метод потенциалов, являвшийся модификацией симплекс-метода решения задачи линейного программирования применительно к транспортной задаче. В последующих работах Л.В. Канторович, В.С. Немчинов, В.В. Новожилов, А.Л. Лурье, А. Брудно развили математическую теорию линейного и нелинейного

программирования, в том числе развивая приложения к этой теории. В целом, в связи с развитием электронно-вычислительных средств и компьютерной техники, начиная с 1955 г. опубликовано множество работ как в области нелинейного программирования, так и в области квадратичного программирования (работы Баранкина, Дорфмана и пр.) [4, 5].

Актуальным вопросом при исследовании сложных систем зачастую становится задача упрощения сложных звеньев более простыми. В частности, сложный объект управления с большим количеством обратных связей – судовой главный двигатель – зачастую необходимо упростить или заменить более простым звеном.

Авторами была сформулирована цель исследования – рассмотреть и проанализировать возможность программной реализации метода роя частиц (МРЧ) в задаче аппроксимации сложного динамического звена простым апериодическим звеном второго порядка.

Материалы и методы исследования

Для рассмотрения передаточной функции топливной аппаратуры необходимо рассмотреть принцип производства впры-

ска в судовом главном двигателе с электронным управлением подачей топлива типа MAN B&W xSxx ME-C. Принцип действия топливной аппаратуры раскрывает рис. 1 [6]. На последних моделях двигателей MAN B&W серии ME-C в качестве гидравлического блока цилиндра используется гидравлический блок HCU (Hydraulic cylinder unit), состоящий из топливного насоса высокого давления (ТНВД), исполнительного механизма выпускного клапана, гидравлического аккумулятора, лубрикатора цилиндра, электрогидравлического клапана корректировки подачи топлива, блока распределения гидравлики, трубопроводов, а также датчиков положения механизмов.

Таким образом, в данном случае процесс подачи топлива можно представить в виде нескольких систем уравнений: уравнений работы электромеханической части электромагнитного клапана корректировки, уравнений работы гидравлической части электромагнитного клапана корректировки, уравнений работы распределителя гидравлики с трубопроводами, а также уравнений ТНВД с форсункой (рис. 2).

Положим эквивалентную передаточную функцию сложного звена равной

$$W_{\text{топл}}(s) = \frac{521.2}{(0.1s + 500)(5 \cdot 10^{-2}s^2 + s + 1.86)(0.2 \cdot 10^{-12}s + 3.61 \cdot 10^{-6})(3.24s^2 + 55.56s + 10^4)(1.8 \cdot 10^{-12}s + 3 \cdot 10^{-7})(32s^2 + 14.1s + 4 \cdot 10^6)(s + 1)}$$

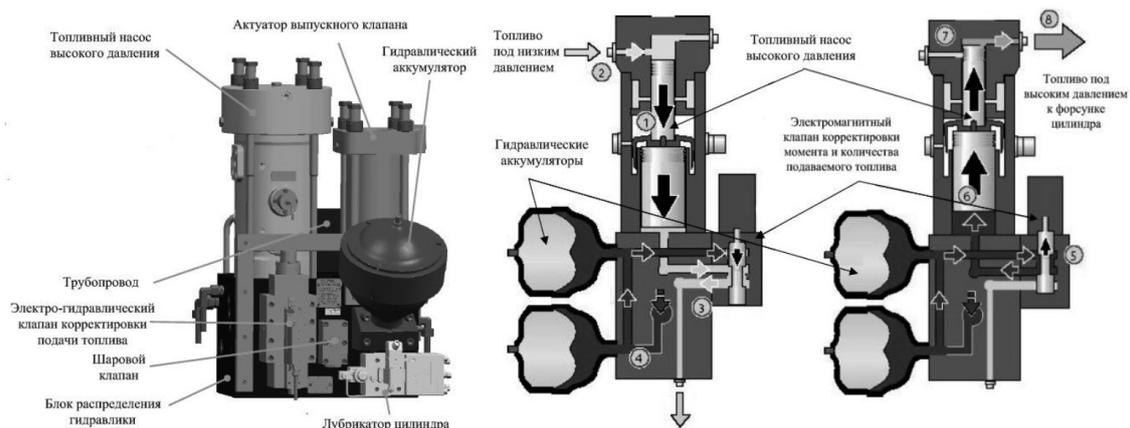


Рис. 1. Устройство и принцип действия блока HCU двигателя MAN B&W 6S90 ME-C

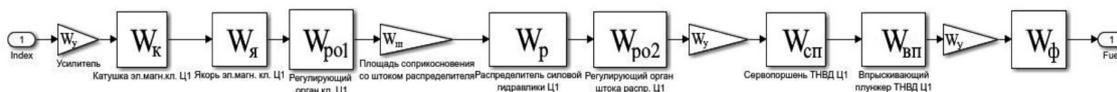


Рис. 2. Структурная схема контура подготовки топлива и клапана FIVA

Тогда целевой задачей является аппроксимация звена $W_{\text{топл}}(s)$ звеном:

$$W_{\text{экв}}(s) = \frac{k_1}{k_2 s^2 + k_3 s + k_4}.$$

Алгоритм роя частиц декларирует в своем составе рой одинаковых с точки зрения выполняемой функции частиц, обладающих положением и скоростью в текущий момент времени. Такими же свойствами обладает и весь рой в целом. Решение задачи оптимизации сводится к поиску оптимального положения частицы в n -мерном пространстве поиска решения посредством определения текущей ошибки положения частицы, вычисления скорости частицы, а также соответствующих свойств роя.

Корректировка скоростей и положений каждой из частиц в изначальной конфигурации производилась в соответствии с формулами [7]:

$$v_n(t+1) = (v_n(t) + c_1 r_1 (\bar{p}_n(t) - \bar{x}_n(t)) + c_2 r_2 (\bar{g}(t) - \bar{x}_n(t)));$$

$$\bar{x}_n(t+1) = (x_n(t) + v_n(t+1)),$$

где $v_n(t+1)$ – скорость частицы n в момент времени $(t+1)$, $v_n(t)$ – скорость частицы в текущий момент времени t , $c_1 = const$ – когнитивная весовая доля, $r_1 = const$ – случайная переменная в диапазоне $[0;1]$, $\bar{p}_n(t)$ – векторная величина, описывающая лучшее положение частицы, найденное на данный момент, $\bar{x}_n(t)$ – текущая позиция частицы, $\bar{g}(t)$ – лучшая известная позиция, найденная для любой из частиц в рое, $\bar{x}_n(t+1)$ – положение частицы n в момент времени $(t+1)$.

Текущая задача была решена на основе приложения, написанного на языке Visual C#. Для этого целесообразно рассмотреть алгоритм решения поставленной задачи при помощи рис. 3. Алгоритм берет свое начало с процедуры определения заданных оператором параметров расчета. Среди них – количество эпох расчета для каждого шага времени t , количество частиц n , размерность пространства поиска решений, а также максимально допустимые значения искомым параметров. Следом производится расчет начального положения частиц и их скоростей, исходя из значений которых определяется текущая ошибка расчета:

$$E = \prod_{t_0=0}^t E(y(t), z(t)),$$

где $y(t)$ и $z(t)$ – временные зависимости заданной и искомой временной характеристики.

Далее инициализируется основной цикл обращения к каждой частице, содержащий в своем составе еще несколько циклов и основные операции, а именно: определение скоростей и положений всех частиц в последующие моменты времени, определение ошибок всех рассчитанных положений и проверки на превышение максимально допустимых текущими параметрами значений. Рассмотрим реализацию поставленной задачи подробнее.



Рис. 3. Алгоритм решения задачи поиска минимума функции по методу роя частиц

В основу работы приложения заложен метод, реализующий инициализацию роя частиц, описание их свойств, расчет текущих скоростей и положений и определение ошибки положения каждой частицы и всего роя, который представляет собой код [8, 9]:

```

1 private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
2     {
3         Random ran = null;
4         ran = new Random(0);
5         try
6         {
7             Particle[] swarm = new Particle[numberParticles];
8             double bestGlobalFitness = double.MaxValue;
9             double minV = -1.0 * maxX;
10            double maxV = maxX;
11            for (int i = 0; i < swarm.Length; ++i) 30            {
12                double[] randomPosition = new double[Dim];
13                for (int j = 0; j < randomPosition.Length; ++j)
14                {
15                    double lo = minX;
16                    double hi = maxX;
17                    randomPosition[j] = (hi - lo) * ran.NextDouble() + lo;
18                }
19                double fitness = ObjectiveFunction(randomPosition);
20                double[] randomVelocity = new double[Dim];
21                for (int j = 0; j < randomVelocity.Length; ++j)
22                {
23                    double lo = -1.0 * Math.Abs(maxX - minX);
24                    double hi = Math.Abs(maxX - minX);
25                    randomVelocity[j] = (hi - lo) * ran.NextDouble() + lo;
26                }
27                swarm[i] = new Particle(randomPosition, fitness, randomVelocity, randomPosition, fitness);
28                if (swarm[i].fitness < bestGlobalFitness)
29                {
30                    bestGlobalFitness = swarm[i].fitness;
31                    swarm[i].position.CopyTo(bestGlobalPosition, 0);
32                }
33            }
34            double w = 0.729;
35            double c1 = 1.49445;
36            double c2 = 1.49445;
37            double r1, r2;
38            while (iteration < numberIterations)
39            {
40                ++iteration;
41                double[] newVelocity = new double[Dim];
42                double[] newPosition = new double[Dim];
43                double newFitness;
44                for (int i = 0; i < swarm.Length; ++i)
45                {
46                    Particle currP = swarm[i];
47                    for (int j = 0; j < currP.velocity.Length; ++j)
48                    {
49                        r1 = ran.NextDouble();
50                        r2 = ran.NextDouble();
51                        newVelocity[j] = (w * currP.velocity[j]) +
52                            (c1 * r1 * (currP.bestPosition[j] - currP.position[j])) +
53                            (c2 * r2 * (bestGlobalPosition[j] - currP.position[j]));
54                        if (newVelocity[j] < minV)
55                            newVelocity[j] = minV;
56                        else if (newVelocity[j] > maxV)
57                            newVelocity[j] = maxV;
58                    }
59                    newVelocity.CopyTo(currP.velocity, 0);
60                    for (int j = 0; j < currP.position.Length; ++j)
61                    {
62                        newPosition[j] = currP.position[j] + newVelocity[j];
63                        if (newPosition[j] < minX)
64                            newPosition[j] = minX;
65                        else if (newPosition[j] > maxX)
66                            newPosition[j] = maxX;
67                    }
68                    newPosition.CopyTo(currP.position, 0);

```

```

69         newFitness = ObjectiveFunction(newPosition);
70         currP.fitness = newFitness;
71         if (newFitness < currP.bestFitness)
72         {
73             newPosition.CopyTo(currP.bestPosition, 0);
74             currP.bestFitness = newFitness;
75         }
76         if (newFitness < bestGlobalFitness)
77         {
78             newPosition.CopyTo(bestGlobalPosition, 0);
79             bestGlobalFitness = newFitness;
80         }
81     }
82 }
83 }
84 catch (Exception ex)
85 {
86 }
87 }

```

Цикл начинается с присваивания случайного значения переменной `ran`, необходимой для расчета случайного значения коэффициентов r_1 и r_2 в формуле определения последующей скорости частицы $v_n(t+1)$. Строка 5 инициализирует цикл `try`, в котором и осуществляется расчет всех параметров частиц на всех итерациях состояний всех моментов времени до появления некоторой ошибки расчета, реализуемой функцией `catch` (Exception ex). Инициализация роя частиц возложена на код строки 7, в котором при помощи внешнего класса `Particle` инициализируется переменная `swarm`, передающая в конструктор единственный заданный оператором параметр – `numberParticles` – количество частиц роя. Цикл строки 13 определяет положение текущей частицы в текущий момент времени. Строка 19 определяет ошибку текущего положения текущей частицы на каждой итерации времени моделирования посредством вызова внешнего метода `ObjectiveFunction`:

```

static double ObjectiveFunction(double[] k_T_b)
{
    int k = 0;
    double[] cur_error = new double[101];
    double result = 1;
    for (int n = 0; n < cur_error.Length; ++n)
    {
        cur_error[n] = 1;
    }
    for (double i = 0.1; i < 10.1; i=i+1)
    {
        cur_error[k] = (2.46 * Math.Pow(10, -15) * Math.Exp(-5 * Math.Pow(10, -3)) * i + 7.68 *
        Math.Pow(10, -46) * Math.Exp(-1.81 * Math.Pow(10, 7)) - 1.62 * Math.Pow(10, -27) *
        Math.Exp(-1.67 * Math.Pow(10, 5) * i) - 26.6 * Math.Exp(-1 * i) + 12.9 + 13.7 * Math.Exp(-10 * i) *
        Math.Cosh(7.92 * i) + 13.8 * Math.Exp(-10 * i) * Math.Sinh(7.92 * i) - 7.11 * Math.Pow(10, -4) *
        Math.Exp(-8.57 * i) * Math.Cos(54.9 * i) + 2.84 * Math.Pow(10, -3) * Math.Exp(-8.57 * i) *
        Math.Sin(54.9 * i) - 8.92 * Math.Pow(10, -9) * Math.Cos(354 * i) - 2.74 * Math.Pow(10, -7) *
        Math.Exp(-221 * i) * Math.Sin(354 * i)) - (1 * (k_T_b[0] - k_T_b[0] * Math.Exp(k_T_b[1] * i) *
        Math.Cos(k_T_b[2] * i) - 0.115 * Math.Exp(k_T_b[1] * i) * Math.Sin(k_T_b[2] * i)));
        k = k + 1;
    }
    for (int j = 0; j < cur_error.Length; ++j)
    {
        result = Math.Abs(result * cur_error[j]);
    }
    return result;
}

```

Цикл строки 21 определяет массив значений скоростей каждой частицы. Строка 21 инициализирует частицу `swarm` с определенными ранее параметрами. Условие `if` строки 28 проверяет соответствие значения текущей ошибки положения частицы заданному. Далее инициализируются переменные расчета новых положений и скорости частицы c_1 , c_2 , r_1 , r_2 и весовой коэффициент инерции w . Последующие циклы определяют новое положение и скорость текущей частицы и новую ошибку ее положения, в случае нового минимального значения которой последнее обновляется и ему присваивается значение текущей ошибки расчета.

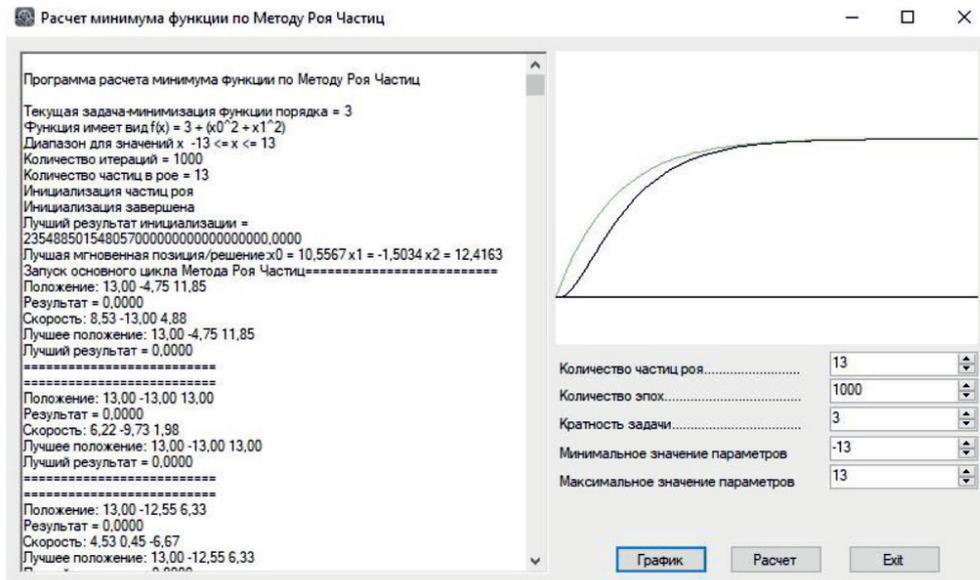


Рис. 4. Интерфейс программного обеспечения для поиска минимума по МРЧ

Результаты исследования и их обсуждение

Задачей алгоритма служит определение коэффициентов α , β и γ аппроксимирующего звена в соответствии с его временной характеристикой:

$$z(t) = \alpha - \alpha \cdot e^{-\gamma t} \cdot \cos(\beta t) - 0.114 \cdot e^{-\gamma t} \cdot \sin(\beta t),$$

полученной посредством обратного преобразования Фурье:

$$z(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} I(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega.$$

Функция `objectiveFunction` принимает в качестве параметра лишь один аргумент – массив значений переменных α , β и γ `double[] k_t_b`. В этом массиве содержатся все текущие значения решений поставленной задачи аппроксимации. Цикл `for (double i = 0.1; i < 10.1; i = i+1)` производит определение текущей ошибки E итерации k посредством определения разности значения переходной характеристики эталонного звена и искомого аппроксимирующего звена, а также заполняет массив значений `cur_error[k]`. Переменная `result` определяет результирующую ошибку расчета на всех итерациях, возвращая рассчитанное значение в основной цикл `try`.

Итогом расчета является оптимальное положение частицы в трехмерном пространстве поиска решения. В данном случае аппроксимация указанной сложной пере-

даточной функции реализуется массивом тысячи эпох перемещения частиц посредством звена вида (рис. 4):

$$W_{\text{топл}}(s) = \frac{96.2 \cdot s + 85.8}{10 \cdot s^2 + 16 \cdot s + 6.6},$$

которому соответствует временная характеристика вида

$$z(t) = 12,9 - 12,9 \cdot e^{0,12t} \cdot \cos(-0,8t) - 0,114 \cdot e^{0,12t} \cdot \sin(-0,8t).$$

Заключение

Рассмотренная структура предназначена для аппроксимации сложных звеньев и подтверждает допустимую возможность определения аппроксимирующего апериодического звена второго порядка для сложного динамического звена. Как видно из предоставленного результата, данный метод не лишен недостатков. Стоит отметить уже обозначенный выше недостаток – вероятность определения неистинного минимума, что косвенно подтверждается и в данном случае. Начало переходного процесса полученного звена недостаточно корректно соответствует эталонному сложному звену. Однако здесь следует сделать замечание относительно возможностей описанного алгоритма. Так как поиск решения ведется в трехмерном пространстве, то неизменным остается коэффициент $-0,114$ при отрицательной части полинома. По этой причине очевидна дальнейшая необходимость мо-

дификации описанной структуры с целью минимизации ошибки расчета и поиска решения на пространстве четырех измерений.

Список литературы

1. Хемди А. Таха. Глава 3. Симплекс-метод. М.: «Вильямс», 2007. 912 с.
2. John Von Neumann The computer and the brain: The Siliman Memorial Lectures Series, 2012. 136 p.
3. Канторович Л.В. Математические методы организации планирования производства // Издание Ленинградского государственного университета. М.: Ленинград, 1939. 760 с.
4. Гальперин В.М. Математическое, или «линейное», программирование: нематематическое представление // Вехи экономической мысли. Т. 2. Теория фирмы / Под ред. В.М. Гальперина. СПб.: Экономическая школа, 2000. 534 с.
5. Grechuk B., Molyboha A., Zabarankin M. Mean-deviation analysis in theory of choice. Risk Analysis: An International Journal. 2012. Т. 32. № 8. P. 1277–1292.
6. Дайнего Ю.Г. Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем. Практические советы и рекомендации М.: «Моркнига», 2018. 340 с.
7. Xinchao Z. A perturbed particle swarm algorithm for numerical optimization. Applied Soft Computing. 2010. Т. 10. № 1. P. 11–124.
8. Маккаффри Д. Метод роя частиц // MSDN Magazine Issues-Artificial intelligence. 2011. № 8. [Electronic resource]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/archive/msdn-magazine/2011/august/artificial-intelligence-particle-swarm-optimization> (date of access: 21.04.2021).
9. Пиотровский Д.Л., Подгорный С.А., Куколев А.А. Программное описание алгоритма работы ПИД-регулятора на языке C# для применения в замкнутой системе автоматического управления // Сборник научных трудов НГТУ. 2020. № 1–2 (97). С. 40–54.

УДК 004.94:330.45

ДИНАМИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЛИГОПОЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ

Салахутдинов Э.Р., Хту Кхант Аунг, Ижуткин В.С.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет МЭИ», Москва,
e-mail: izhutkin@yandex.ru

В работе рассматривается динамическая программная реализация математических моделей олигополистической конкуренции. В модели Курно каждая фирма выбирает оптимальный объем производства на основании информации об объеме выпуска конкурента и рыночной ситуации. В модели Штакельберга можно выделить фирму лидера (придерживается стратегии монополиста) и последователя или ведомого (действует согласно модели Курно). Другим вариантом является сговор фирм, которые совместно устанавливают некоторые соглашения по распределению рынка. Компьютерная модель, основанная на дифференциальных уравнениях, позволяет динамически задавать параметры рынка (функцию спроса) и характеристики предприятий (функцию издержек и/или объем выпуска), на основании данной информации пользователь может получать следующую информацию: определение равновесного объема выпуска фирм, определение цены продукции на рынке и прибыли фирм, определение целесообразности текущего объема выпуска в сравнении с равновесным выпуском представленных моделей, сравнительный анализ показателей (выпуск, цена и прибыль). Модель может использоваться для упрощения процесса анализа олигополистического рынка при принятии управленческих решений, а также для изучения различных механизмов взаимодействия в олигополистической конкуренции. Для успешного освоения компьютерной модели представлены примеры, которые демонстрируют функциональность системы. Наряду с примерами предлагаются упражнения.

Ключевые слова: компьютерная модель, олигополистическая конкуренция, картель, Курно, Штакельберг

DYNAMIC COMPUTER MODEL QUANTITATIVE OLIGOPOLISTIC COMPETITION

Salakhutdinov E.R., Htoo Khant Aung, Izhutkin V.S.

National Research University Moscow Power Engineering Institute, Moscow, e-mail: izhutkin@yandex.ru

The paper considers the dynamic software implementation of mathematical models of oligopolistic competition. In the Cournot model, each firm chooses the optimal production volume based on information about the competitor's output volume and the market situation. In the Stackelberg model, one can distinguish the firm of the leader (adheres to the strategy of the monopolist) and the follower or slave (acts according to the Cournot model). Another option is the collusion of firms that jointly establish some agreements on the distribution of the market. A computer model based on differential equations allows you to dynamically set the parameters of the market (the demand function) and the characteristics of enterprises (the cost function and / or output volume), based on this information, the user can get the following information. determining the equilibrium volume of output of firms, determining the price of products on the market and the profit of firms, determining the feasibility of the current volume of output in comparison with the equilibrium output of the presented models, comparative analysis of indicators (output, price and profit). The model can be used to simplify the process of analyzing the oligopolistic market when making management decisions, as well as to study various mechanisms of interaction in oligopolistic competition. To successfully master the computer model, examples are presented that demonstrate the functionality of the system. Along with examples, exercises are offered. The paper considers the dynamic software implementation of mathematical models of oligopolistic competition. In the Cournot model, each firm chooses the optimal production volume based on information about the competitor's output volume and the market situation. In the Stackelberg model, one can distinguish the firm of the leader (adheres to the strategy of the monopolist) and the follower or slave (acts according to the Cournot model). Another option is the collusion of firms that jointly establish some agreements on the distribution of the market. A computer model based on differential equations allows you to dynamically set the parameters of the market (the demand function) and the characteristics of enterprises (the cost function and / or output volume), based on this information, the user can get the following information. determining the equilibrium volume of output of firms, determining the price of products on the market and the profit of firms, determining the feasibility of the current volume of output in comparison with the equilibrium output of the presented models, comparative analysis of indicators (output, price and profit). The model can be used to simplify the process of analyzing the oligopolistic market when making management decisions, as well as to study various mechanisms of interaction in oligopolistic competition. To successfully master the computer model, examples are presented that demonstrate the functionality of the system. Along with examples, exercises are offered.

Keywords: computer model, oligopolistic competition, cartel, Cournot, Stackelberg

Рыночная структура олигополии характеризуется наличием небольшого числа фирм-конкурентов, которые выстраивают свою экономическую политику исходя из действий своих конкурентов. Отличительной чертой олигополии является факт обязательной ответной реакции на любые действия конкурентов [1, с. 27].

В данной работе рассматривается динамическая программная реализация следующих моделей олигополистической конкуренции: модель Курно, модель Штакельберга и модель картельного сговора.

В модели Курно каждая фирма выбирает оптимальный объем производства на основании информации об объеме выпуска конку-

рента и рыночной ситуации. Модификацией модели Курно является модель Штакельберга, согласно которой можно выделить фирму лидера (придерживается стратегии монополиста) и последователя, или ведомого (действует согласно модели Курно). Другим вариантом взаимодействия является сговор фирм, которые совместно устанавливают некоторые соглашения по распределению рынка. Такая ситуация соответствует модели картельного сговора [2].

Существующие компьютерные модели Коршунова (Duopoly 1–3) [3, 4], реализующие количественную дуополию, основаны на биматричной игре с чистыми стратегиями. Программная реализация включает в себя программное окно для задания параметров и программное окно для графической интерпретации результата при помощи кривых реакции.

Целью работы является разработка компьютерной модели на основе дифференциальных уравнений, которая реализует три математические модели количественной олигополистической конкуренции: модель Курно, модель Штакельберга и модель картельного сговора.

Материалы и методы исследования

Функция отраслевого спроса задаётся следующим образом.

$$P = a - b \cdot (q_1 + q_2),$$

где P – цена продукции, a , b – коэффициенты функции спроса,

q_1 – объём выпуска фирмы 1, q_2 – объём выпуска фирмы 2.

Задача каждой фирмы – максимизация прибыли. Из этого факта получаем следующее.

$$\Pi_i = TR_i(q_{i-1}, q_i) - TC_i(q_i) =$$

$$(a - b \cdot (q_{i-1} + q_i)) \cdot q_i - c_{i-1} \cdot q_{i-1} \rightarrow \max(q_i),$$

где Π_i – прибыль i -й фирмы, TR_i – выручка i -й фирмы, TC_i – общие издержки, c_i – издержки i -й фирмы.

Модели Курно в непрерывном времени соответствует уравнение [5, с. 5–6].

$$Q_n - Q_{n-1} = \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{2b} - \frac{3}{2}Q_{n-1},$$

$$Q(t) - \text{объём производства.}$$

Этому конечно-разностному соответствует следующее дифференциальное уравнение

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{2b} - \frac{3}{2}Q(t).$$

Решение этого дифференциального уравнения:

$$Q(t) = \frac{a - c}{3b} + \left(Q(0) - \frac{a - c}{3b} \right) e^{-\frac{3}{2}t}. \quad (1)$$

Модели Штакельберга в непрерывном времени для фирмы лидера [3] соответствует следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{2}{3} \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{b} - \frac{5}{3}Q(t).$$

Решение данного уравнения:

$$Q(t) = \frac{a - c}{2b} + \left(Q(0) - \frac{a - c}{2b} \right) e^{-\frac{5}{3}t}. \quad (2)$$

Модели Штакельберга в непрерывном времени для фирмы последователя [3] соответствует следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{2b} - \frac{3}{2}Q(t).$$

Решение данного уравнения:

$$Q(t) = \frac{a - c}{4b} + \left(Q(0) - \frac{a - c}{4b} \right) e^{-\frac{3}{2}t}. \quad (3)$$

Модели картельного сговора [6] в непрерывном времени соответствует следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{2b} - 2Q(t).$$

Решение дифференциального уравнения:

$$Q(t) = \frac{a - c}{4b} + \left(Q(0) - \frac{a - c}{4b} \right) e^{-2t}. \quad (4)$$

Модели картельного сговора, если одна из фирм решает нарушить картельный сговор [6] в непрерывном времени соответствует следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{a - 2c_n - c_{n-1}}{4b} - 2Q(t).$$

Решение данного уравнения:

$$Q(t) = \frac{3(a - c)}{8b} + \left(Q(0) - \frac{3(a - c)}{8b} \right) e^{-2t}. \quad (5)$$

Решения (1)–(5) дифференциальных уравнений для моделей Штакельберга и картельного сговора получены в [5] аналогично модели Курно.

Предлагаемая компьютерная модель, основанная на визуализации решений дифференциальных уравнений (1)–(5), позволяет динамически задавать параметры рынка (функцию спроса) и характеристики предприятий (функцию издержек и/или объём выпуска), на основании данной информации пользователь может получать следующую информацию.

1. Определение равновесного объёма выпуска фирм при различных моделях (модель Курно, модель Штакельберга и модель картельного сговора) олигополистической конкуренции.

2. Определение цены продукции на рынке и прибыли фирм при равновесном или определённо заданном объёме производства.

3. Определение целесообразности текущего объёма выпуска в сравнении с равновесным выпуском представленных моделей и получение рекомендации по его изменению.

4. Результаты сравнительного анализа показателей (выпуск, цена и прибыль) у различных моделей.

Результаты исследования и их обсуждение

Для достижения поставленной цели была разработана компьютерная модель [7] с использованием языка программирования C#, в которой реализовано пять про-

граммных окон. На рис. 1 представлено главное программное окно.

Главное программное окно (рис. 1) можно разделить на 4 части:

1) *Параметры модели.* В данной части задаются основные параметры компьютерной модели: функция спроса, функции издержек, объём выпуска, а также выбирается стратегия поведения. Всего можно выделить 9 различных стратегий.

– модель Курно – общий случай (выбрана по умолчанию);

– модель Курно – частный случай с заданным объёмом производства;

– модель Штакельберга – Фирма 1 – лидер, Фирма 2 – последователь;

– модель Штакельберга – Фирма 1 – последователь, Фирма 2 – лидер;

– модель Штакельберга – Фирма 1 – лидер, Фирма 2 – лидер;

– модель Штакельберга – Фирма 1 – последователь, Фирма 2 – последователь;

– модель Картельного сговора – общий случай;

– модель Картельного сговора – Фирма 1 нарушила сговор;

– модель Картельного сговора – Фирма 2 нарушила сговор.

2) *График.* В данной области производится графическая визуализация результатов. На графике строятся кривые реакции и изопрофиты для двух фирм, а также отмечается точка равновесия.

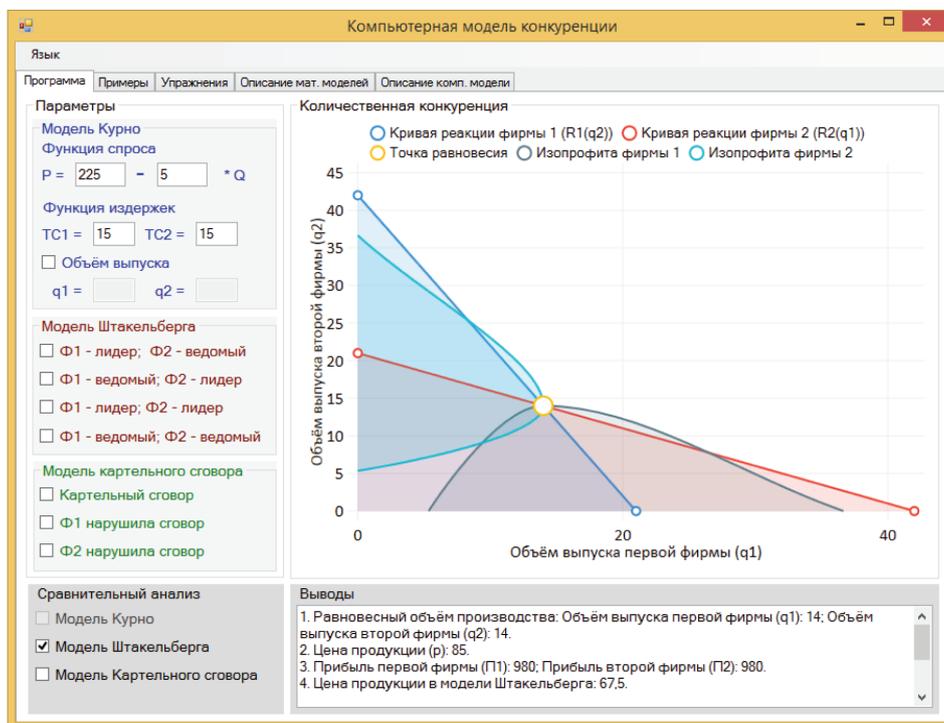


Рис. 1. Главное окно программы – модель Курно, общий случай

3) *Выбор модели для сравнительного анализа.* В данной области производится выбор между моделями Курно, Штакельберга и Картельного сговора для сравнительного анализа со стратегией, выбранной в первой области (области задания параметров компьютерной модели).

4) *Область с результатами работы программы.* В данной области представлены выводы из расчёта по выбранным параметрам, включая сравнительный анализ.

Для демонстрации особенностей работы программы представлены следующие примеры на рис. 2–4.

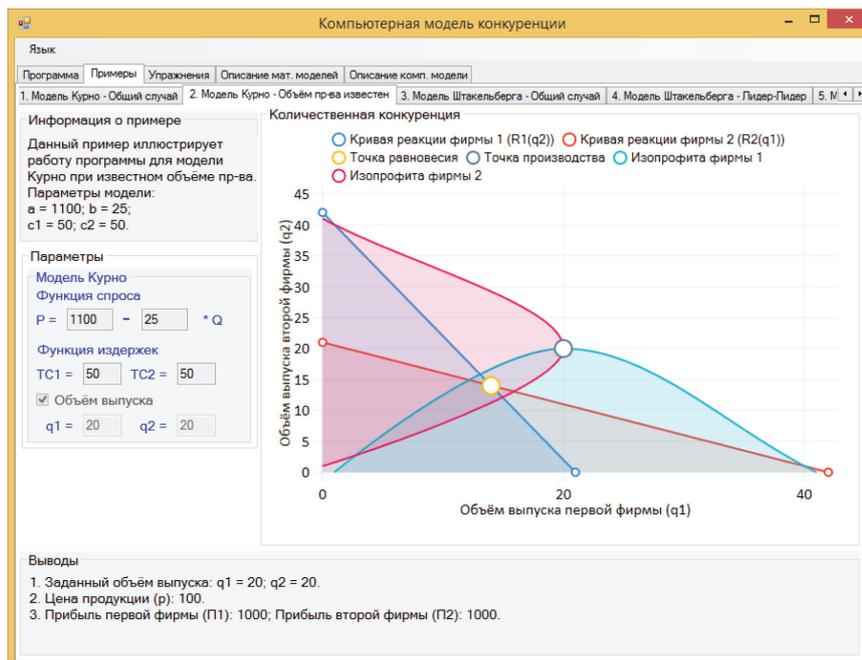


Рис. 2. Модель Курно – Объём производства известен

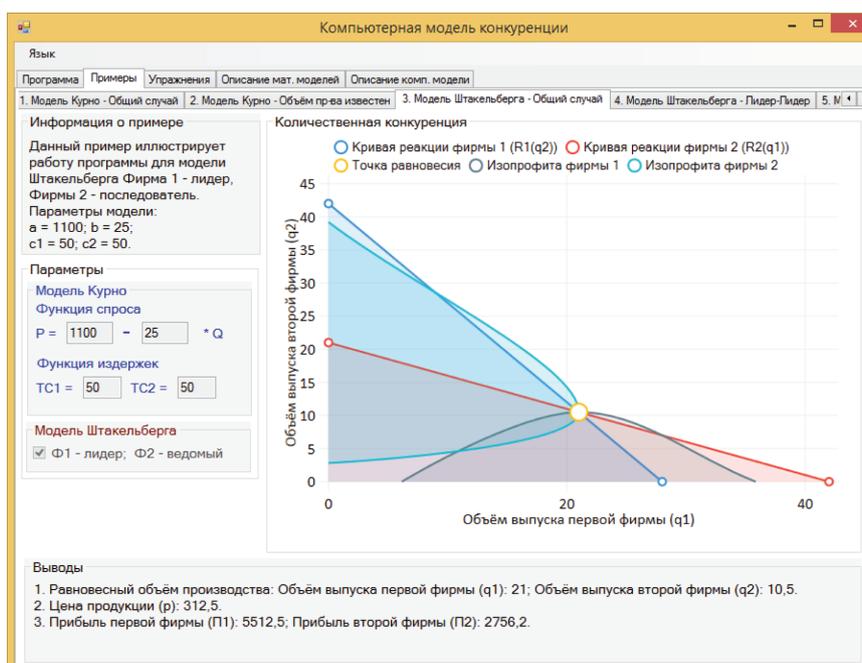


Рис. 3. Модель Штакельберга – Общий случай ($\Phi 1$ – лидер; $\Phi 2$ – ведомый)

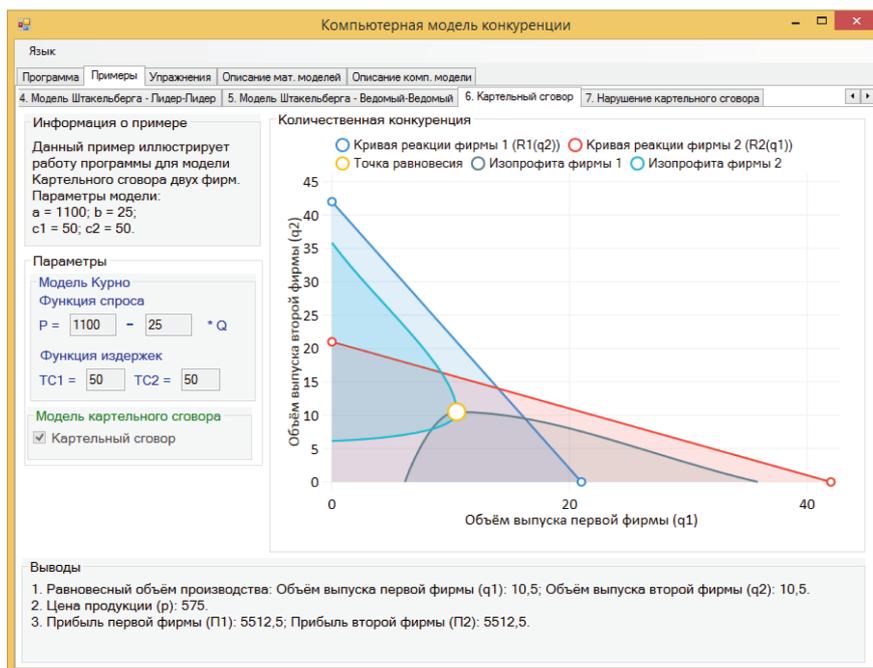


Рис. 4. Модель картельного сговора – Общий случай

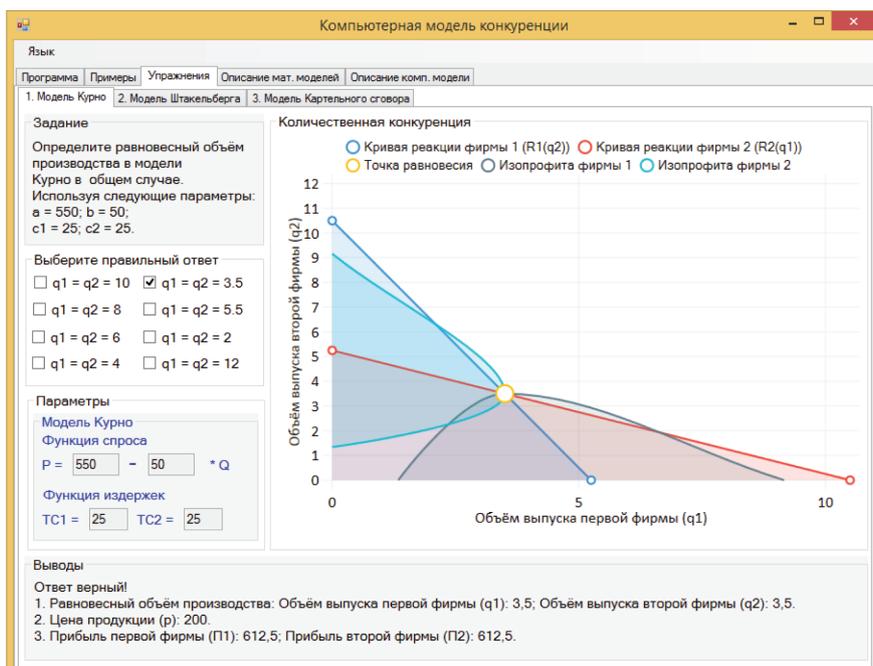


Рис. 5. Программное окно упражнения – Модель Курно

В модели кроме примеров реализованы упражнения на модель Курно (рис. 5), Штакельберга и картельного сговора. В качестве задания в этих упражнениях необходимо найти равновесный объём производства двух фирм и выбрать верный вариант

из предложенных вариантов. Если выбран правильный вариант, то на графике отобразится точка равновесия, в выводах будет отражено, что пример выполнен верно. В противном случае система сообщит, что выбран неправильный ответ.

Заключение

Разработанная компьютерная модель реализует основные математические модели количественной олигополистической конкуренции и может использоваться для процесса анализа олигополистического рынка при принятии управленческих решений, а также для изучения различных механизмов взаимодействия в олигополистической конкуренции. Для успешного освоения компьютерной модели представлены примеры, которые демонстрируют функциональность системы. Наряду с примерами предлагаются упражнения.

Список литературы

1. Мокроносов А.Г., Маврина И.Н., Мокроносов А.Г. Конкуренция и конкурентоспособность: учебное пособие. Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Уральский федеральный уни-

верситет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина». 2014. 196 с.

2. Филатов А.Ю. Модели олигополии: современное состояние // Теория и методы согласования решений. Новосибирск: Наука, 2009. С. 29–60.

3. Коршунов В.А. Новые авторские компьютерные модели для исследования однородной и дифференцированной дуополии // Вестник МФЮА. 2017. № 2. С. 230–241.

4. Коршунов В.А. Исследование циклических траекторий в дуополии Курно – Штакельберга при равных ставках квадратичных затрат фирм // Вестник МФЮА. 2017. № 3. С. 154–167.

5. Автономные цены в условиях несовершенной конкуренции [Электронный ресурс]. URL: https://www.econ.msu.ru/ext/lib/Category/x56/x5d/22109/file/параграф%206_1.pdf (дата обращения: 05.05.2021).

6. Мицель А.А., Козлов С.В. Модели олигополии // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. 2007. Т. 311. № 6: Экономика. С. 4–8.

7. Салахутдинов Э.Р., Хту Кхант Аунг, Ижуткин В.С. Программная реализация математической модели количественной олигополистической конкуренции // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615100 выдано Федеральной службой по интеллектуальной собственности 02.04.2021.

УДК 004.932

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ПИРАМИДАМИ ВИДИМОСТИ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТОВ

¹Фраленко В.П., ^{1,2,3}Хачумов В.М., ^{2,3}Хачумов М.В.

¹ФГБУН Институт программных систем им. А.К. Айламазяна

Российской академии наук, Веськово, e-mail: alarmod@pereslavl.ru;

²Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»

Российской академии наук, Москва, e-mail: vmh48@mail.ru;

³Российский университет дружбы народов, Москва, e-mail: khmike@inbox.ru

В работе предлагаются подходы к решению проблемы сравнения эталонных моделей с реальными изображениями объектов, представленных иерархиями в виде пирамид видимости – набора плоскостей, расходящихся от точки наблюдения. Все, что находится внутри пирамиды, считается видимым. Первая иерархия (нижняя часть пирамиды) является наиболее полным изображением, далее изображение последовательно сжимается от слоя к слою по определенному закону вплоть до одной точки, что соответствует модели изображения, наблюдаемого с разных расстояний. В настоящей работе для каждого уровня иерархии объекта, принадлежащего пирамиде видимости, вычисляются инвариантные моменты H_u , что приводит к следующим положительным эффектам: одинаковой размерности сравниваемых изображений; существенному сокращению размерности описаний сравниваемых объектов; нивелированию возможных искажений, связанных с поворотами и смещениями изображений. Для решения проблемы влияния освещенности на значения моментов предлагается переход к дальностному изображению, в котором «яркость» определяется глубиной наблюдаемой точки относительно точки наблюдения. Сами уровни иерархии наблюдаемого объекта и его эталона сравниваются попарно, а затем определяется минимальное расстояние между пирамидами по методу динамического программирования, использующего схему 2–1–2. При этом в качестве метрики используется расстояние Евклида. Применение такого комбинированного подхода к получению расстояния между изображениями предположительно не меняет свойств метрического пространства. Предложенные подходы позволяют сравнивать и могут служить составной частью в системах моделирования движения летательных аппаратов в трехмерных пространствах.

Ключевые слова: измерение расстояний, пирамида видимости, инвариант, иерархия

MEASURING DISTANCES BETWEEN VISIBILITY PYRAMIDS BASED ON INVARIANTS

¹Fralenko V.P., ^{1,2,3}Khachumov V.M., ^{2,3}Khachumov M.V.

¹Aylamazyan Program Systems Institute of Russian Academy of Sciences,

Veskovo, e-mail: alarmod@pereslavl.ru;

²Federal Research Centre of «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: vmh48@mail.ru;

³People's Friendship University of Russia, Moscow, e-mail: khmike@inbox.ru

The paper proposes approaches to solving the problem of comparing reference models with real images of objects represented by hierarchies in the form of pyramids of visibility – a set of planes diverging from the observation point. Everything inside the pyramid is considered visible. The first hierarchy (the lower part of the pyramid) is the most complete image, then the image is sequentially compressed from layer to layer according to a certain law up to one point, which corresponds to the model of the image observed from different distances. In this work, for each level of the hierarchy of an object belonging to the visibility pyramid, the H_u 's invariant moments are calculated, which leads to the following positive effects: the same dimension of the compared images; a significant reduction in the dimension of the descriptions of compared objects; leveling out possible distortions associated with rotations and displacements of images. To solve the problem of the influence of illumination on the values of the moments, a transition to a long-range image is proposed, in which «brightness» is determined by the depth of the observed point relative to the observation point. The levels of the hierarchy of the observed object and its reference are compared in pairs, and then the minimum distance between the pyramids is determined using the dynamic programming method using the 2-1-2 scheme. In this case, the Euclidean distance is used as a metric. Applying such a combined approach to obtaining the distance between images does not presumably change the properties of the metric space. The proposed approaches make it possible to compare and can serve as an integral part in systems for modeling the motion of aircraft in three-dimensional spaces.

Keywords: distance measurement, visibility pyramid, invariant, hierarchy

Задача поиска и распознавания объектов с применением средств технического зрения сводится, как правило, к сравнению полутонных описаний объекта с его эталоном, которое может быть выполнено различными способами [1]. Эталонные

описания могут быть иерархическими, т.е. представляться в виде взаимосвязанных уровней. Например, изображения жестких объектов в системах трехмерного моделирования полетов летательных аппаратов представляют в виде «пирамиды видимо-

сти» (viewing frustum) [2, 3], в которой первая иерархия (нижняя часть пирамиды) является наиболее полным описанием, далее изображение последовательно «сжимается» от слоя к слою по определенному правилу, что соответствует моделям изображения, наблюдаемого с разных расстояний.

Препятствием к распознаванию служат возможные изменения положения наблюдаемого объекта и его освещенности (яркости и контрастности), поэтому важным вопросом является инвариантность иерархических описаний к различным помехам и изменениям ракурса. Для нивелирования влияния сдвигов, поворотов и масштабирования целесообразно применять инвариантные моменты. Моменты имеют достаточно продолжительную историю, но продолжают эффективно использоваться в задачах распознавания образов [4, 5].

Для распознавания графического объекта, наблюдаемого системой технического зрения и представленного в базе данных иерархией полутоновых изображений, необходимо уметь проводить сравнение иерархий и определять расстояние между ними. Вопросы корректного сравнения иерархий рассмотрены в работе [6], в которой предложена специальная мера, основанная на схеме динамического программирования. В настоящей работе предлагаются подходы к решению проблем освещенности и корректного сравнения эталонных моделей с реальными изображениями объектов, представленных иерархиями.

Исследование направлено на построение и экспериментальное исследование метода сравнения объекта, видимого системой технического зрения, с эталонными изображениями, представленными в базе данных моделирующей системы. Особенностью подхода является представление всех объектов сцены в виде иерархий на основе слоев пирамид видимости, следовательно, необходимо уметь проводить сравнение иерархий и определять расстояние между ними. В основе сравнения лежит представление уровней иерархии сравниваемых объектов в виде наборов инвариантных моментов, обеспечивающих сжатие изображений и инвариантность к группе аффинных преобразований. Важной составляющей является вычисление расстояний между объектами специальным методом поиска минимального расстояния на основе одной из схем динамического программирования. Таким образом, целью исследования является построение работоспособного метода сравнения пирамид видимости объектов с эталонными пирамидами при условии снятия проблем освещенности, поворотов и сдви-

гов. Корректное сравнение эталонных моделей с реальными изображениями объектов, представленных иерархиями, в свою очередь лежит в основе распознавания объектов сцены в процессе траекторного движения летательного аппарата на основе эффективной процедуры сравнения с низкой вычислительной сложностью.

Материалы и методы исследования

1. Построение инвариантного эталона дальностного изображения

Для полутоновых моделей имеется набор инструментальных средств преобразования и распознавания, однако для их применения требуется нормирование яркости. Проблема освещенности решается переходом к дальностному изображению, применяемому в современных системах технического зрения.

Дальностное изображение – это цифровое изображение, у которого функция интенсивности $d(i, j)$ в каждой точке изображения (x, y) принимает целые значения, равные расстоянию r до точки наблюдения [7]. Пусть задано максимальное целочисленное расстояние M , определяющее максимальную глубину наблюдения объекта системой технического зрения. В точках, для которых расстояние $r > M$, $d(x, y) = 0$, таким образом $d(x, y) \in \{0, 1, \dots, M\}$. Дальностному изображению можно поставить в соответствие полутоновое изображение с функцией яркости $p(x, y)$, которая принимает целые значения от 0 до $B - 1$, где $B = 256$. Таким образом, можно перейти к псевдополутоновому описанию, которое непосредственно не зависит от яркости. Недостаток подхода – необходимость иметь устройства измерения дальности. Это могут быть лазеры или ультразвуковые приборы. Не останавливаясь на этой проблеме, будем рассматривать распознавание полутоновых объектов, не зависящих от изменения яркости и контрастности.

2. Принципы сравнения иерархий

Вопросы пирамидального представления изображений и их сравнения (analytic hierarchy process) и идентификации рассмотрены, например, в работах [2, 6]. Отдельные вопросы сравнения иерархий рассматриваются в материалах [8]. Здесь можно рассмотреть два подхода, отличающиеся применяемыми метриками и способом представления данных.

Первый непосредственно связан с технологией сравнения иерархий в соответствии с работой [6]. Пусть, например, известны изображения наблюдаемого объекта с разных расстояний, увязанных в пирамиду. Попробуем сравнить его с проекцией 3D эталона, некоторого общего положения.

Для этого представим изображение в виде графа – упорядоченного облака точек. Пусть, например, каждая точка характеризуется только одним значением (глубины, псевдояркости). Граф получаем путем развертки изображения по принципу растровой развертки «сверху вниз» и «слева направо». Первым шагом в процедуре является нахождение матрицы локальных расстояний $d(i, j)$ между иерархиями эталона и текущего объекта. Сравнение уровней производится поиском похожих пар вершин, где каждая вершина является точкой изображения, которой приписаны координаты и «дальность». Пусть, например, уровень i первой иерархии сравнивается с уровнем j второй иерархии. Последовательно сравниваем каждую вершину первой иерархии с вершинами второй иерархии и находим похожую по весу вершину на выбранных уровнях. Затем находим расстояние между вершинами (как модуль разности весов). Разности между похожими вершинами заносим в счетчик и суммируем. Если для вершины нет пары, то вводим дополнительные вершины с нулевым весом. Полученное значение счетчика с минимальной суммой заносится в соответствующую ячейку таблицы. После заполнения таблицы в ней содержатся величины локальных расстояний между всеми парами уровней иерархий. Расстояние между иерархиями двух объектов соответствует «стоимости» оптимального перевода уровней иерархии первого объекта в соответствующие уровни иерархии второго объекта. Для этого перевода используем методы динамического программирования. Движение от верхней левой клетки к нижней правой клетке таблицы осуществляется по диагонали, горизонтали и вертикали. В проложенном пути производим суммирование чисел, находящихся в клетках, входящих в оптимальный путь. При этом учитываются дополнительно весовые коэффициенты перехода

по горизонтали, вертикали и диагонали соответственно. Для определенности будем пользоваться схемой, когда по диагонали движение осуществляется с коэффициентом 1, а по вертикали и горизонтали с коэффициентом 2 (по схеме 2–1–2). В случае неоднозначности движения по клеткам для измерения расстояния следует рассмотреть все альтернативные пути. В качестве простейшего примера построим пирамиду видимости для полутонового изображения, представленного матрицей значений пикселей размером 4x4 (рис. 1).

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

3	5
11	13

8

Рис. 1. Пример пирамиды видимости для полутонового изображения

Пирамида видимости отражает уровни детализации. Пример построения иерархического представления приведен на рис. 2.

3. Сравнение изображений на основе инвариантов

Рассмотрим метод сравнения иерархий, альтернативный к рассмотренному выше методу. Промежуточным этапом является получение инвариантных моментов для каждой иерархии объекта, что приводит к следующим положительным эффектам: одинаковой размерности сравниваемых изображений; существенному сокращению размерности описаний сравниваемых объектов; нивелированию возможных искажений, связанных с поворотами и смещениями изображений.



Рис. 2. Иерархическое представление изображения 4x4

Предлагается воспользоваться инвариантами Ху [9, 10]. Пусть функция яркости $f(x, y)$ принимает значение с плавающей точкой от 0 до 1. Вначале проведем вычисление величин

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y), \quad p + q \leq 3, f(x, y),$$

где (x, y) – координаты точки, $f(x, y)$ – яркость точки.

Средние значения:

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}.$$

Рассмотрим поэтапно вычисление инвариантных моментов.

1 этап: Получение центральных моментов

$$\begin{aligned} \eta_{00} &= m_{00} \\ \eta_{10} &= 0 \\ \eta_{01} &= 0 \\ \eta_{20} &= m_{20} - \bar{x} \cdot m_{10} \\ \eta_{02} &= m_{02} - \bar{y} \cdot m_{01} \\ \eta_{11} &= m_{11} - \bar{y} \cdot m_{10} \\ \eta_{30} &= m_{30} - 3 \cdot \bar{x} \cdot m_{20} + 2 \cdot m_{10} \cdot \bar{x}^2 \\ \eta_{12} &= m_{12} - 2 \cdot \bar{y} \cdot m_{11} - \bar{x} \cdot m_{02} + 2 \cdot \bar{y}^2 \cdot m_{10} \\ \eta_{21} &= m_{21} - 2 \cdot \bar{x} \cdot m_{11} - \bar{y} \cdot m_{20} + 2 \cdot \bar{x}^2 \cdot m_{01} \\ \eta_{03} &= m_{03} - 3 \cdot \bar{y} \cdot m_{02} + 2 \cdot \bar{y}^2 \cdot m_{01} \end{aligned}$$

2 этап: Переход к формулам для инвариантных моментов

1) вычисляем все величины:

$$\mu_{pq} = \frac{\eta_{pq}}{\eta_{00}^z},$$

где $z = \frac{p+q}{2} + 1$;

2) получение моментов, инвариантных к операциям поворота, переноса и масштабирования:

$$\begin{aligned} M_1 &= \mu_{20} + \mu_{02} \\ M_2 &= (\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2 \\ M_3 &= (\mu_{30} - 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} - \mu_{03})^2 \\ M_4 &= (\mu_{30} + \mu_{12})^2 + (\mu_{21} + \mu_{03})^2 \\ M_5 &= (\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] + \\ &+ (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] \\ M_6 &= (\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] + 4\mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03}) \\ M_7 &= (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] - \\ &(\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2]. \end{aligned}$$

Результаты исследования и их обсуждение

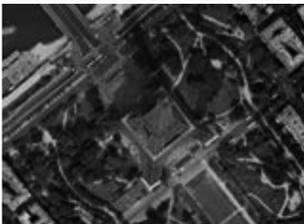
Далее представлены полученные экспериментальные данные. Пусть даны три полутоновых объекта, изображения которых размерности 639×472 образуют первый уровень иерархии. На базе этих объектов могут быть получены изображения других уровней пирамиды видимости по принципу последовательного «сжатия». Уровни

пирамиды видимости для каждого объекта представлены в табл. 1 (всего по семь уровней), для наглядности они приведены в одном масштабе.

Инвариантные моменты для полученных слоев (уровней иерархии) изображения внесены в табл. 2. В таблицу не включены моменты M_1 , которые обычно используются для измерения расстояний до известных объектов ($M_1 = r \cdot h = \text{const}$, где r – размер видимого изображения, h – расстояние до объекта).

Таблица 1

Исходные графические объекты

Объект 1 (Эйфелева башня)	Объект 2 (Кремль)	Объект 3 (Крымский мост)
		
639 x 472		
		
320 x 236		
		
160 x 118		
		
80 x 59		
		
40 x 30		

Окончание табл. 1		
Объект 1 (Эйфелева башня)	Объект 2 (Кремль)	Объект 3 (Крымский мост)
		
20 x 15		
		
10 x 8		

Таблица 2

Расчет инвариантных моментов

Уровни	Инвариантные моменты для изображений		
	Первый объект	Второй объект	Третий объект
1 (639 x 472)	9.3976e-02	8.2227e-02	9.0056e-02
	7.8943e-04	2.4902e-03	2.3284e-03
	5.6717e-04	1.1548e-03	2.5347e-03
	2.0075e-07	-1.2724e-06	6.0836e-06
	-7.7095e-05	-6.7270e-05	-6.3594e-04
	3.2207e-07	1.4885e-06	-9.5224e-07
2 (320 x 236)	9.4928e-02	8.3059e-02	9.1032e-02
	7.7041e-04	2.4785e-03	2.3003e-03
	5.6738e-04	1.1515e-03	2.5202e-03
	2.1076e-07	-1.2659e-06	5.9983e-06
	-7.3733e-05	-6.7994e-05	-6.3611e-04
	3.1032e-07	1.4770e-06	-9.1791e-07
3 (160 x 118)	9.5162e-02	8.3033e-02	9.1373e-02
	6.9756e-04	2.4769e-03	2.2292e-03
	5.5662e-04	1.1373e-03	2.5307e-03
	2.2471e-07	-1.1892e-06	5.9351e-06
	-6.3840e-05	-7.5499e-05	-6.3782e-04
	2.6420e-07	1.4933e-06	-9.5030e-07
4 (80 x 59)	9.5498e-02	8.3087e-02	9.1723e-02
	6.5512e-04	2.5135e-03	2.0912e-03
	5.6365e-04	1.1057e-03	2.5509e-03
	2.6840e-07	-1.0431e-06	5.8116e-06
	-4.8844e-05	-8.9350e-05	-6.4345e-04
	2.1279e-07	1.5199e-06	-9.6826e-07
5 (40 x 30)	8.8721e-02	7.4773e-02	8.3208e-02
	3.8116e-04	2.6425e-03	2.1236e-03
	5.1909e-04	1.0901e-03	2.7022e-03
	2.1703e-07	-6.9596e-07	6.3549e-06
	-2.7237e-05	-1.2476e-04	-6.4283e-04
	7.8815e-08	1.7144e-06	-1.2308e-06
6 (20 x 15)	8.9320e-02	7.5170e-02	8.3806e-02
	3.8594e-04	2.6777e-03	2.1518e-03
	5.1911e-04	1.0986e-03	2.7230e-03
	2.1976e-07	-7.0216e-07	6.4871e-06
	-2.4991e-05	-1.2594e-04	-6.5242e-04
	7.5457e-08	1.7487e-06	-1.1674e-06

Окончание табл. 2			
Уровни	Инвариантные моменты для изображений		
	Первый объект	Второй объект	Третий объект
7 (10 x 8)	5.8582e-02	4.6629e-02	5.3794e-02
	4.2102e-04	3.1866e-03	2.8490e-03
	4.8924e-04	1.3313e-03	3.4106e-03
	2.1442e-07	-1.8914e-07	1.0473e-05
	-3.5690e-05	-1.6599e-04	-6.6328e-04
	5.7653e-08	2.7356e-06	-1.8308e-06

В табл. 3–5 – расстояния между всеми парами изображений трех объектов по метрике Евклида на основе вычисленных инвариантных моментов.

Таблица 3

Расстояния между уровнями первого и второго объектов

Уровни объекта 1	Уровни объекта 2						
	1	2	3	4	5	6	7
1	<u>1.1886e-02</u>	1.1062e-02	1.1087e-02	1.1038e-02	1.9300e-02	1.8908e-02	4.7414e-02
2	1.2830e-02	<u>1.2006e-02</u>	1.2031e-02	1.1981e-02	2.0249e-02	1.9857e-02	4.8366e-02
3	1.3072e-02	1.2248e-02	<u>1.2006e-02</u>	1.2223e-02	2.0489e-02	2.0097e-02	4.8603e-02
4	1.3410e-02	1.2586e-02	1.2611e-02	<u>1.2561e-02</u>	2.0828e-02	2.0436e-02	4.8941e-02
5	6.8567e-03	6.0706e-03	6.0931e-03	6.0522e-03	<u>1.4142e-02</u>	1.3756e-02	4.2193e-02
6	7.4260e-03	6.6321e-03	6.6551e-03	6.6127e-03	1.4733e-02	<u>1.4347e-02</u>	4.2791e-02
7	2.3745e-02	2.4572e-02	2.4545e-02	2.4602e-02	1.6353e-02	1.6752e-02	<u>1.2299e-02</u>

Расстояние между иерархиями объектов 1 и 2 по схеме 2–1–2 динамического программирования составит

$$R_{12} = 1.1886e-02 + 1.2006e-02 + 1.2006e-02 + 1.2561e-02 + 1.4142e-02 + 1.4347e-02 + 1.2299e-02 = \underline{8.9247e-2}$$

Таблица 4

Расстояния между уровнями первого и третьего объектов

Уровни объекта 1	Уровни объекта 3						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.6818e-03	3.8830e-03	3.6078e-03	3.3209e-03	1.1073e-02	1.0500e-02	4.0339e-02
2	5.5093e-03	<u>4.6530e-03</u>	4.3516e-03	4.0346e-03	1.2003e-02	1.1427e-02	4.1289e-02
3	5.7423e-03	4.8796e-03	<u>4.5746e-03</u>	4.2527e-03	1.2242e-02	1.1666e-02	4.1527e-02
4	6.0539e-03	5.1796e-03	4.8691e-03	<u>4.5409e-03</u>	1.2575e-02	1.1999e-02	4.1863e-02
5	3.1636e-03	3.6608e-03	3.8565e-03	4.0553e-03	<u>6.2100e-03</u>	5.7036e-03	3.5139e-02
6	2.9580e-03	3.3124e-03	3.4690e-03	3.6318e-03	6.7471e-03	<u>6.2268e-03</u>	3.5735e-02
7	3.1603e-02	3.2573e-02	3.2910e-02	3.3252e-02	2.4791e-02	2.5389e-02	<u>6.1443e-03</u>

$$R_{13} = 4.6818e-03 + 4.6530e-03 + 4.5746e-03 + 4.5409e-03 + 6.2100e-03 + 6.2268e-03 + 6.1443e-03 = \underline{3.70314e-2}$$

Таблица 5

Расстояния между уровнями второго и третьего объектов

Уровни объекта 2	Уровни объекта 3						
	1	2	3	4	5	6	7
1	<u>7.9711e-03</u>	8.9300e-03	9.2702e-03	9.6230e-03	1.9551e-03	2.3259e-03	2.8531e-02
2	7.1563e-03	<u>8.1114e-03</u>	8.4508e-03	8.8033e-03	1.6981e-03	1.8645e-03	2.9361e-02
3	7.1841e-03	8.1390e-03	<u>8.4784e-03</u>	8.8308e-03	1.7107e-03	1.8845e-03	2.9335e-02
4	7.1370e-03	8.0910e-03	8.4305e-03	<u>8.7833e-03</u>	<u>8.7833e-03</u>	<u>1.8923e-03</u>	2.9391e-02
5	1.5363e-02	1.6334e-02	1.6676e-02	1.7030e-02	8.6198e-03	<u>9.2085e-03</u>	2.1114e-02
6	1.4968e-02	1.5938e-02	1.6281e-02	1.6635e-02	8.2316e-03	<u>8.8192e-03</u>	2.1508e-02
7	4.3455e-02	4.4430e-02	4.4773e-02	4.5126e-02	3.6624e-02	3.7221e-02	<u>7.4848e-03</u>

$$R_{23} = 7.9711e-03 + 8.1114e-03 + 8.4784e-03 + 8.7833e-03 + 2*(8.7833e-03 + 1.8923e-03 + 9.2085e-03 + 8.8192e-03) + 7.4848e-03 = \underline{9.82356e-2}$$

Таким образом, наиболее близкими являются изображения 1 и 3 с наименьшим расстоянием $R_{13} = 3.70314e-2$. В данном случае проверка показывает, что расстояния соответствуют требованиям метрики (правило треугольника).

Утверждение: расстояние между иерархиями по установленной схеме сравнения является метрикой.

Доказательство этого утверждения лежит вне настоящей работы и может выполнено с использованием подходов, изложенных в работах [11, 12].

Нетрудно проверить, что расстояние между двумя идентичными объектами равно нулю, $R_{11} = 0 + 0 + 0 = 0$. Так для объекта на рис. 1 имеем ситуацию, представленную в табл. 6.

Таблица 6
Измерение расстояний между иерархиями

Иерархии Изображения на рис. 1		1	2	3
	1	0	104	128
	2	104	0	24
	3	128	24	0

Аналогичная ситуация имеет место и для других рассмотренных полутоновых изображений.

Заключение

В ходе выполненного исследования рассмотрены инструментальные средства, предназначенные для корректного сопоставления пирамид видимости объектов как иерархических структур. Совмещение и сравнение пирамид (3D-моделей объектов) показывает, что здесь хорошо работают инвариантные моменты, которые существенно сжимают слои (уровни) объектов и приводят их к одной размерности, что позволяет использовать расстояние Евклида. Применение инвариантов и схемы динами-

ческого программирования упрощает построение систем распознавания объектов на трехмерных сценах.

Работа выполнена при финансовой поддержке следующих проектов РФФИ: 18-29-03011-мк и 20-07-00022-а.

Список литературы

1. Логинов В.Н., Щипанов К.А., Лавров В.В. Сравнительный анализ методов поиска объектов на полутоновом изображении и выбор наиболее подходящего метода при разработке программы обработки изображений // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (ТИМ'2018) с международным участием (Екатеринбург, 17–18 мая 2018 г.). Екатеринбург: ООО АМК «День РА», 2018. С. 458–466.
2. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. Л.: Наука, 1985. 192 с.
3. Watson A.B., Ahumada A. The pyramid of visibility. Journal of Vision. 2016. Vol. 16. No. 12. P. 567–567. DOI: 10.1167/16.12.567.
4. Žunić D., Žunić J. Shape ellipticity from Hu moment invariants. Applied Mathematics and Computation. 2014. Vol. 226. P. 406–414. DOI: 10.1016/j.amc.2013.10.062.
5. Васин Д.Ю., Аратский А.В. Распознавание символов на основе инвариантных моментов графических изображений // 25 Международная конференция GraphiCon (Противно, 22–25 сентября 2015 г.). М.: Институт физико-технической информатики, 2015. С. 259–264.
6. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: Изд-во Института математики, 1999. 270 с.
7. Нагапетян В.Э. Обнаружение пальцев руки в дальностных изображениях // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 90–95.
8. Шевченко Д.В. Метод анализа иерархий. Материалы лекции. 2013. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ieml-math.narod.ru/lect/MPUR_MAI.pdf (дата обращения: 31.03.2021).
9. Hu M.K. Visual pattern recognition by moment invariants. IRE Transactions on Information Theory. 1962. Vol. 8. P. 179–187. DOI: 10.1016/S0146-664X(78)80028-8.
10. Pouli T., Reinhard E., Cunningham D. Image statistics in visual computing. CRC Press. 2014. 35 p. ISBN: 978-1-4665-3982-2.
11. Хачумов М.В. Расстояния, метрики и кластерный анализ // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 81–89.
12. Хачумов М.В. Инвариантные моменты и метрики в задачах распознавания графических образов // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4–1. С. 69–77. DOI: 10.17513/snt.37975.

УДК 004.415.2

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

¹Штырова И.А., ¹Виштак Н.М., ²Токарев А.Н., ¹Карпова А.В.

¹Балаковский инженерно-технологический институт – филиал ФГАОУ «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Балаково, e-mail: irina-shtyrova@mail.ru;

²Балаковский филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Балаково

Использование информационных систем, автоматизирующих рабочий процесс, уменьшает влияние человеческого фактора, позволяя добиваться ожидаемых результатов от заранее настроенного оборудования. Точное позиционирование в действиях таких автоматизированных устройств дает возможность получать одинаковые результаты при заданных параметрах. Это, в свою очередь, позволяет анализировать и заранее корректировать поведение оборудования для получения более точного результата без дополнительных апробаций, минимизируя лишние затраты при производстве. В данной статье рассматривается модель программного модуля для формирования технологических карт производства нетканого полотна по заданным параметрам, используемого для высокопозиционированного оборудования. Актуальность разработки данного программного модуля обусловлена необходимостью перенастройки оборудования при производстве нетканого полотна в случае ввода нового ассортимента выпускаемой продукции. Программный модуль для формирования технологических карт позволит определять оптимальные параметры выпускаемой продукции с целью сокращения издержек в процессе разрезания полотна. При создании программного модуля для формирования технологических карт производства нетканого полотна необходимо провести анализ требований к программному модулю и разработать модель, позволяющую дать описание происходящих процессов, а также выполнить построение функциональной структуры программного модуля.

Ключевые слова: функциональная модель, программный модуль, технологические карты, оптимизация параметров нетканого полотна

SIMULATION OF THE SOFTWARE MODULE FOR FORMATION OF TECHNOLOGICAL MAPS

¹Shtyrova I.A., ¹Vishtak N.M., ²Tokarev A.N., ¹Karpova A.V.

¹Balakovo Institute of Engineering and Technology of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Balakovo, e-mail: irina-shtyrova@mail.ru;

²Balakovo branch of the federal state budgetary educational institution of higher education «The Russian Presidential Academy of National Economy and Public» Administration, Balakovo

The use of information systems that automate the workflow reduces the influence of the human factor, allowing you to achieve the expected results from pre-configured equipment. Precise positioning in the actions of such automated devices allows you to get the same results for the given parameters. This, in turn, makes it possible to analyze and pre-adjust the behavior of the equipment to obtain a more accurate result without additional approbation, minimizing unnecessary costs during production. This article discusses a model of a software module for the formation of technological maps for the production of nonwoven fabric according to the given parameters, used for highly positioned equipment. The relevance of the development of this software module is due to the need to reconfigure the equipment in the production of nonwoven fabric in the event of a new range of products being introduced. The software module for the formation of technological maps will allow you to determine the optimal parameters of the products in order to reduce costs in the process of cutting the web. When creating a software module for the formation of technological maps for the production of nonwoven fabric, it is necessary to analyze the requirements for the software module and develop a model that allows describing the ongoing processes, as well as building the functional structure of the software module.

Keywords: functional model, software module, flow charts, optimization of nonwoven fabric parameters

Производство нетканого полотна отличается многообразием параметров выпускаемой продукции, которые необходимо учитывать при настройке оборудования под новый ассортимент. Производственный процесс формирования нетканого полотна представляет собой несколько этапов переработки исходного сырья.

Смешивание волокон на участке подготовки сырья происходит при помощи двух различных типов исходного сырья – волокон

на вискозного и полиэфирного. Пропорции этих волокон в конечном продукте влияют на качественные и технологические показатели выпускаемой продукции [1].

Заданная поверхностная плотность, указываемая согласно ассортименту выпускаемой продукции, влияет на соотношение длины и диаметра рулона, а также на потенциал сушильного оборудования. В конечном итоге полотно с большей поверхностной плотностью меньше поддается вытяжке

на намоточном оборудовании и усадке полотна в сушильном агрегате, а также менее подвержено релаксации [2].

Скорость линии в целом полностью взаимосвязана и посредством ссылки передается от предыдущего участка к последующему. Первоначальной задающей точкой является кардочесальная машина на участке подготовки сырья, сообщающая следующим машинам скорость линейного потока полотна. Скорость на последующих участках может измениться в соответствии с изменением параметров скорости оборудования. Так, например, в гидросплетальном оборудовании скорость первого перфорированного барабана на 10% меньше скорости следующего за ним. Это позволяет вытянуть частично сформированное полотно для исключения складок и съезживания полотна, создавая более крепкую его структуру. Полотно, вытянутое таким естественным образом, сокращается (утягивается) в размерах по ширине, этот факт учитывается при расчетах резки по ширине [3].

Относительная влажность в готовой продукции указана в технических условиях для данной продукции и должна строго соответствовать заданным диапазонам допуска. Поддержание влажности в продукции производится с помощью регулирования температуры просушки полотна в сушильном оборудовании. Практически все изменяемые параметры производства влияют на полученные показатели относительной влажности конечного продукта.

Отдельное внимание должно уделяться типу используемого перфорированного барабана для выпуска определенного ассортимента продукции. Каждый из видов барабана ставится на установку для придания полотну рисунка и некоторых других свойств. Практически все параметры, влияющие на полотно на последующих участках сушильного и намоточного оборудования, отличаются при том же ассортименте выпуска другого рисунка.

Выставляемые параметры для продольного разрезания полотна пары нож и контрнож рассчитываются с учетом многочисленных факторов, основным из которых является вытяжка полотна при ее качественной натяжке без потери в ширине по техническому заданию.

Все параметры линии, заданные в связи с особенностями выпускаемого ассортимента, так или иначе влияют на конечную ширину полотна после резки в наматываемом рулоне. Использование программного модуля формирования технологических карт позволит определять оптимальное значение ширины отдельных резов и полотна

в целом в соответствии с заданными параметрами, что положительно скажется на эффективности производства.

Целями данного исследования являются определение функциональных требований к программному модулю, позволяющему автоматизировать настройку оптимальных параметров производства нетканого полотна, и построение на их основе функциональной модели разрабатываемого программного модуля.

Анализ функциональных требований к программному модулю для формирования технологических карт производства нетканого полотна

Основной задачей разрабатываемого программного модуля является максимально точный анализ и расчет показателей и параметров выпускаемой продукции с целью повышения эффективности рабочего процесса и снижения затрат трудовых часов на вычисление оптимальных параметров производственной линии. Определение функциональных требований служит основой для построения модели разрабатываемого программного модуля [4].

Программный модуль для формирования технологических карт производства нетканого полотна должен обеспечивать:

- вычисление коэффициента состава используемого сырья в пропорциональном отношении при смешивании;
- вычисление коэффициента влияния поверхностной плотности сформированного холста на дальнейшие параметры и, в конечном итоге, на ширину готовой продукции;
- вычисление влияния начальной заданной скорости на итоговую продукцию;
- расчет скорости потока линии при наработке готовой продукции с учетом форсирования последующих от задающей скорость машины участков линии;
- расчет влияния форсирования некоторых участков производственной линии на утяжку и усадку общей ширины ковра нетканой продукции;
- расчет относительной влажности готовой продукции с учетом входных параметров, в частности заданной в сушильном оборудовании температуры;
- вычисление коэффициента релаксации нетканого полотна и намоточной тяги при наработке на различных видах перфорированных барабанов гидросплетального оборудования;
- расчет ширины полотна после резки и наматывания на вал готовой продукции с учетом рабочих параметров участка намотки;

– расчет и представление карты расположения на линейной плоскости ножей и контр-ножей поперечной резки полотна;

– расчет корректной нарезки картонных шпудлей-заготовок для наматываемого нетканого полотна;

– формирование, сохранение и вывод на печать готовых технологических карт производства нетканого полотна.

Таким образом, программный модуль для формирования технологических карт производства нетканого полотна должен обеспечивать моделирование производственного процесса с использованием методов исследования операций и математической статистики.

Разрабатываемый программный модуль для формирования технологических карт производства нетканого полотна должен представлять собой оконное приложение, функционирующее в среде MS Windows, с графическим интерфейсом пользователя. Он должен работать автономно, без необходимости сетевого подключения к сети Интернет. Программа должна корректно отображать в удобном для пользователя виде используемые и моделируемые значения и коэффициенты, списковые, табличные данные и массивы, а также иметь корректные поля для ввода данных. Для исключения непредвиденных ошибок должны быть предусмотрены варианты решений и ограничения действий при некорректных исходных данных и в случае аппаратных отказов [5].

Программный модуль должен предоставлять пользователю следующие возможности:

– ввод данных с помощью графического интерфейса, включая автоматический ввод констант, возможность выбора входных параметров из фиксированных списков;

– построение и вывод приближенной к реальному виду графической модели результата расчета параметров производства;

– сохранение файлов с результатами расчетов;

– вывод данных на печать в определенной форме, удобной для чтения и использования операторами технологических установок.

Проведенный анализ функциональных требований является основой для построения модели разрабатываемого программного модуля.

Функциональная модель программного модуля для формирования технологических карт производства нетканого полотна

На первом этапе разработки модели программного модуля проведем исследование и формализацию бизнес-процессов с использованием методологии IDEF0, позволяющей представить систему как совокупность взаимодействующих работ или функций. Данный подход позволяет более четко отобразить логику и взаимодействие процессов, происходящих в моделируемой системе [6–8].

Представим функционирование программного модуля в виде контекстной диаграммы, изображенной на рис. 1.

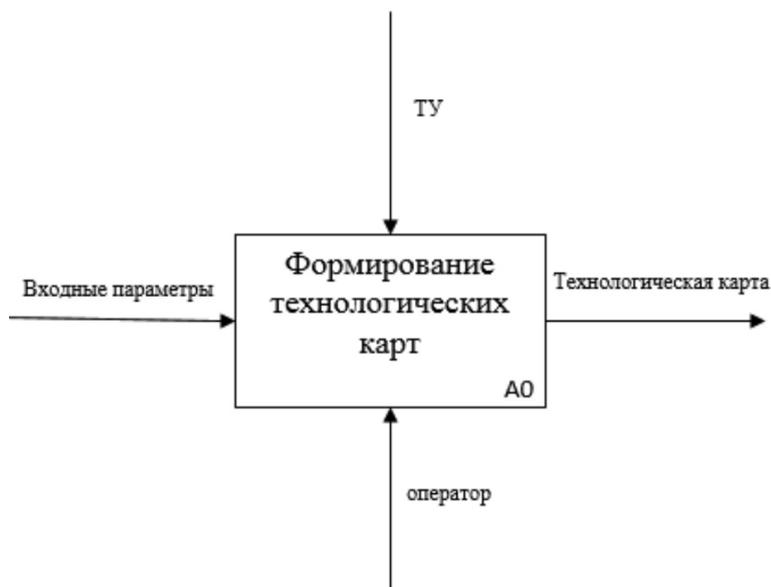


Рис. 1. Контекстная диаграмма

Основной выполняемый процесс – формирование технологических карт производства нетканого полотна. Входной информацией являются задаваемые параметры, выходной – полученные в результате моделирования параметры в виде готовой технологической карты. В качестве управления выделены требования технических условий (ТУ), в качестве механизма – оператор технологических установок участка гидросплетения, сушильного оборудования и участка намотки производства нетканого полотна, непосредственно взаимодействующий с программным модулем.

Для детализации рассмотренного процесса разработаем диаграмму декомпозиции, представленную на рис. 2. На данной диаграмме выделены три основных подпроцесса – ввод исходных параметров, моделирование параметров полотна, анализ данных.

Логическая структура и последовательность действий разрабатываемого модуля представлены на рис. 3 с использованием методологии моделирования и стандарта документирования процессов IDEF3, позволяющей описать возможные сценарии реализации процессов, в рамках которых происходит последовательное изменение свойств объекта [9].

На основании разработанной модели определяются функциональные модули разрабатываемого программного продукта:

- пользовательский интерфейс;
- модуль добавления и удаления рулонов на схему в соответствии с введенной шириной, с учетом ограничений по максимальной общей ширине для данной производственной линии. Данный модуль также выполняет закрепление резцов для расчета остаточной ширины кромок по краям полотна;
- модуль построения графической модели полотна в продольном разрезе с указанием ширины рулонов и кромки полотна;
- модуль ввода данных для параметризации участка намотки готовой продукции;
- модуль отображения схемы оборудования Easywinder участка намотки;
- модуль параметризации производственной линии, включающий в себя четыре диалоговых окна предыдущих участков LAROCHE®, NSC Asselin-Thibeau®, JetLACE® Avantage и Rieter® PERFODRY 3000 с индивидуальными наборами вводимых данных, непосредственно влияющих на моделирование процесса намотки готовой продукции;
- модуль расчета оптимальных параметров производства;
- модуль вывода параметров на главную форму на основе расчетов входных данных;
- модуль сохранения полученной технологической карты;
- модуль печати технологической карты в удобном для оператора технологических установок виде.

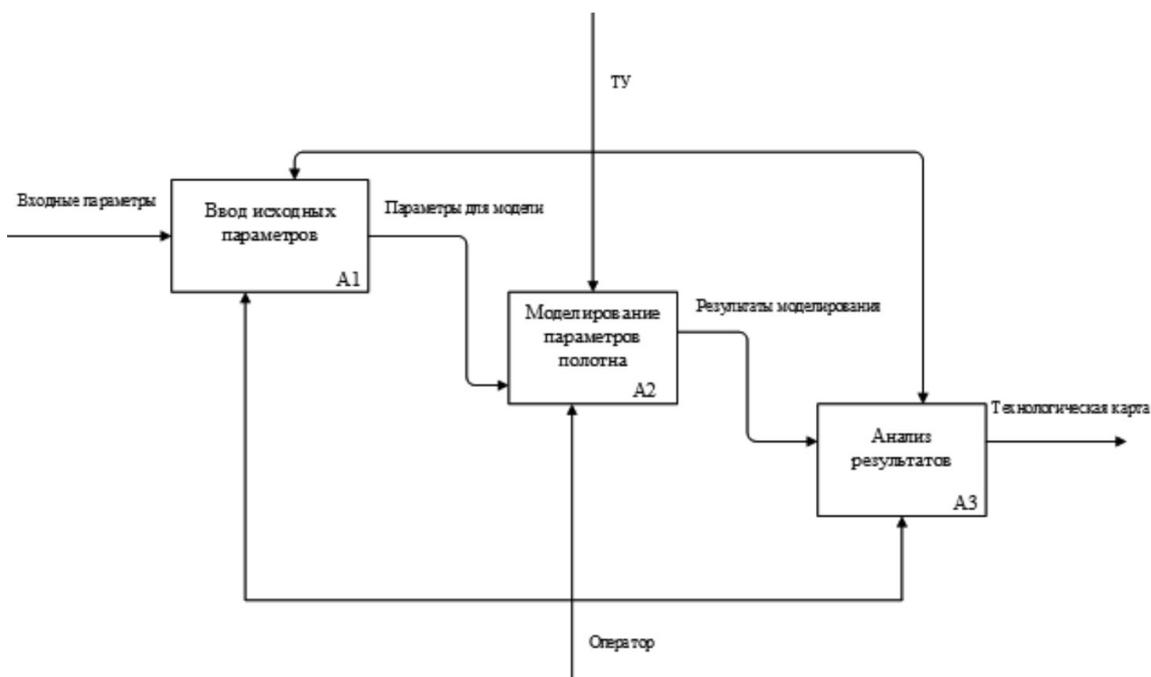


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции

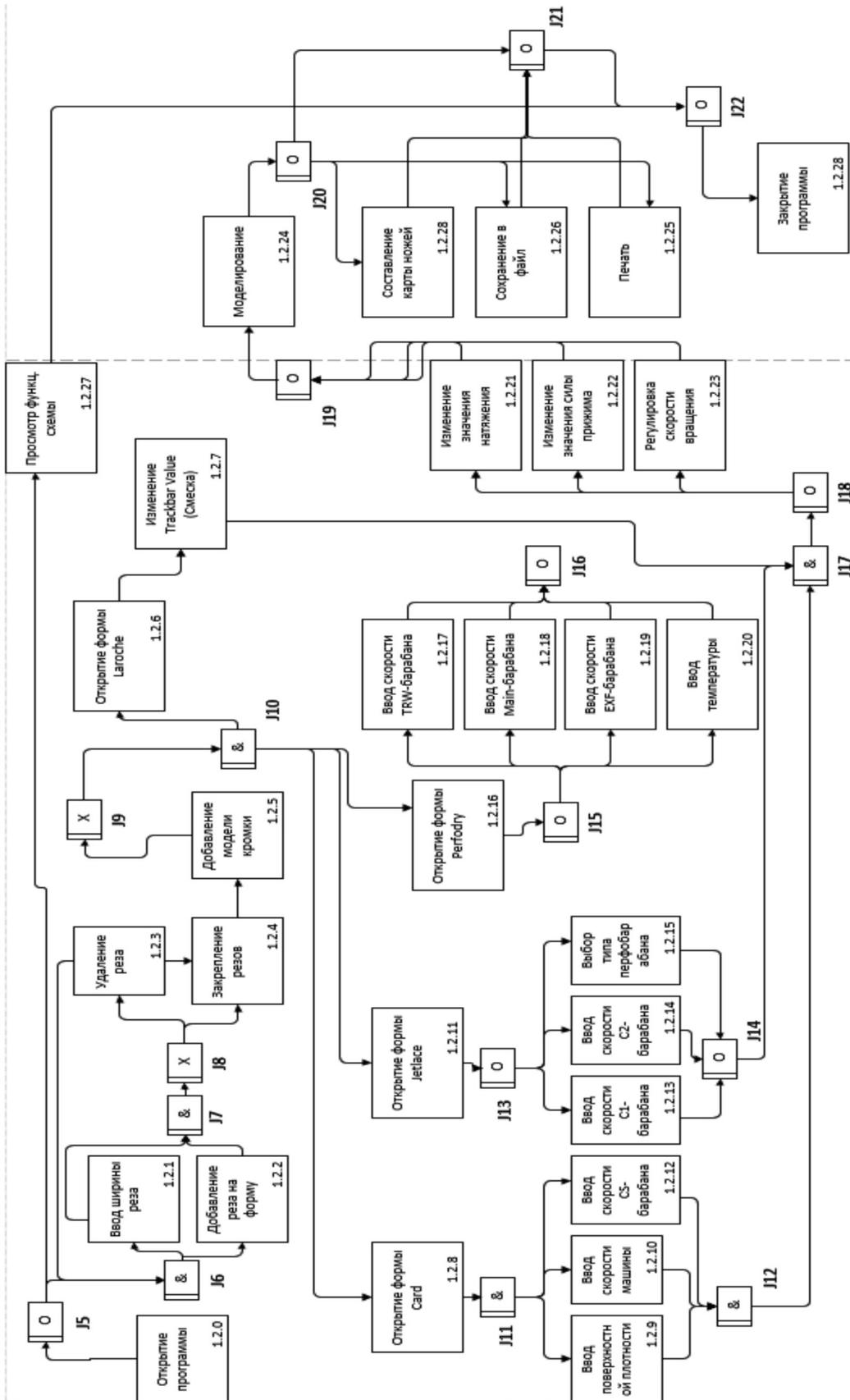


Рис. 3. Функциональная схема IDEF3 программного модуля

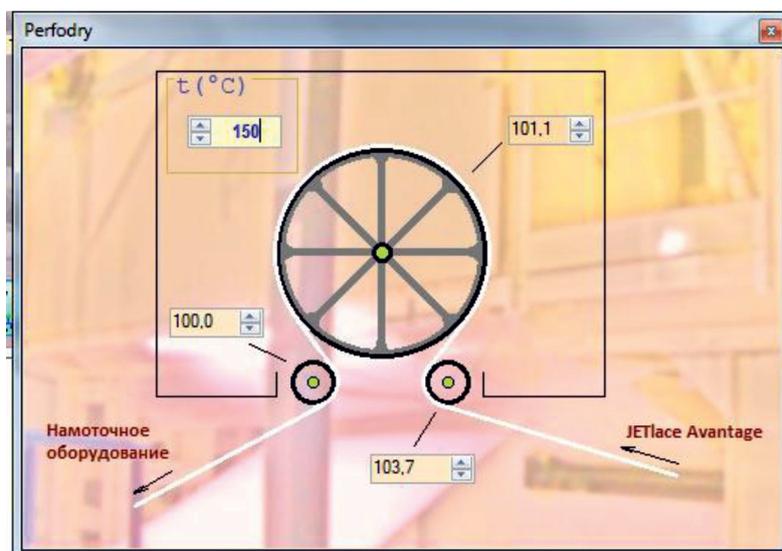


Рис. 4. Окно настроек сушильного оборудования

С целью обеспечения наглядности предусматривается отображение схемы оборудования для задания входных параметров. Пример задания входных параметров для сушильного оборудования приведен на рис. 4.

Таким образом, построенная модель позволяет полностью определить функционал разрабатываемого программного модуля для построения технологических карт производства нетканого полотна.

Заключение

Разработанный программный модуль для построения технологических карт производства нетканого полотна позволяет оптимизировать процесс перенастройки оборудования при выпуске нового вида продукции. Преимуществом данной программы является наличие динамической графической модели, которая отображает особенности технологического процесса. Программа может свободно использоваться как компонент информационной системы предприятия на рабочем компьютере, находящемся в непосредственной близости от производственных участков гидросплетения, сушильного оборудования, намотки нетканого полотна.

Список литературы

1. Зимина Е.Л. Исследование свойств флокированных нетканых полотен // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности: материалы международной научной конференции. Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2011. С. 121–122.
2. Серяков И.Н., Дубовицкий В.А., Поляков К.А., Поляков А.Е., Бордовская Т.П., Максимова Е.М. Исследование

механических свойств нетканых полотен // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2012. № 3 (339). С. 8–11.

3. Агафонов В.Е., Буланов Я.И. Исследование влияния количества циклов многократного растяжения и скорости на прочность геотекстильных нетканых полотен // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020): сборник материалов Международной научно-технической конференции. М.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2020. С. 56–59.

4. Виштак Н.М., Михеев И.В. Функциональные возможности информационной системы обработки данных педагогического исследования в области дополнительного образования // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции. Красноярск, 2020. С. 67–72.

5. Виштак О.В., Абушаев И.Р. Разработка CRM-системы станции технического обслуживания // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. С. 189–193.

6. Нечай Т.А., Клюев А.А., Шкандыбин Ю.А. Моделирование системы построения технологической карты маневровой работы // Моделирование. Теория, методы и средства: материалы 16-ой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова. Новочеркасск: ООО «Лик», 2016. С. 148–152.

7. Методология функционального моделирования IDEF0: Руководящий документ. М.: Госстандарт России, 2000. 75 с.

8. Токарев А.Н., Очкур Г.В. Разработка моделей бизнес-процессов структурного подразделения социальной организации // Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2020. № 2 (27). С. 20–24.

9. Федяшина О.И., Очкур Г.В. Функциональное моделирование процессов технического обслуживания на предприятии автосервиса // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: сборник трудов III Международной научно-практической конференции. М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2021. Т. I. С. 322–328.

УДК 004.9

ИНТЕГРАЦИЯ, ХРАНЕНИЕ И ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ МАССИВОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Ямашкин С.А., Ямашкин А.А.

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: yamashkinsa@mail.ru*

Статья посвящена решению научной проблемы обеспечения процесса эффективной интеграции, хранения и обработки больших массивов пространственно-временной информации в цифровых инфраструктурах пространственных данных (ИПД). Авторами предложено в качестве ключевого аппарата в проектировании цифрового хранилища ИПД использовать геосистемный подход, показано, что для оценки процессов функционирования природно-социально-производственных систем целесообразно выделить три уровня интеграции и использования пространственно-временных данных: базовых пространственно-временных данных, пространственных моделей и принятия управленческих решений. К системным компонентам пространственных моделей отнесены модули, описывающие природные, социальные, экономические и геоэкологические системы. Уровень принятия решений предполагает проектно-ориентированное использование данных для организации процессов географического прогнозирования и формирования комплексной характеристики регионов. Авторами доказано, что для организации систем интеграции, хранения и обработки больших массивов пространственно-временной информации в цифровых ИПД целесообразно комплексное использование научно обоснованного набора систем управления базами данных, интегрированных в мультимодельное хранилище, дана характеристика доменам использования реляционных и NoSQL-хранилищ. Следствием использования мультимодельных хранилищ являются усиление качественных характеристик цифровой ИПД – гибкое масштабирование хранилища по мере необходимости, повышение надежности и отказоустойчивости.

Ключевые слова: пространственные данные, инфраструктура пространственных данных, система управления базами данных, мультимодельные хранилища, геоинформационные системы

INTEGRATION, STORAGE AND PROCESSING OF LARGE ARRAYS OF SPATIO-TEMPORAL INFORMATION IN DIGITAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE

Yamashkin S.A., Yamashkin A.A.

National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: yamashkinsa@mail.ru

The article is devoted to solving the scientific problem of ensuring the process of effective integration, storage and processing of large arrays of spatio-temporal information in digital spatial data infrastructures (SDI). The authors proposed to use the geosystem approach as a key apparatus in the design of the digital storage of SDI, it is shown that to assess the processes of functioning of natural-social-production systems, it is advisable to distinguish three levels of integration and use of spatio-temporal data: basic spatio-temporal data, spatial models and acceptance management decisions. The system components of spatial models include modules that describe natural, social, economic and geoecological systems. The decision-making level involves the project-oriented use of data to organize the processes of geographic forecasting and the formation of a complex characteristic of regions. The authors have proven that for the organization of systems for the integration, storage and processing of large arrays of spatio-temporal information in digital SDI, it is advisable to use a scientifically grounded set of database management systems integrated into a multi-model storage, and characterize the domains of using relational and NoSQL storages. The consequence of using multi-model storages is to enhance the quality characteristics of the digital SDI – flexibly scale the storage as needed, increase the reliability and fault tolerance.

Keywords: spatial data, spatial data infrastructure, database management system, multi-model storage, geographic information systems

Стратегическая цель развития инфраструктур пространственных данных (ИПД) заключается в формировании системного инструмента, позволяющего моделировать структуру и динамику природных, социальных, производственных систем (ПСПС), особенности их взаимодействия, проводить оценку эколого-социально-экономических процессов, прогнозировать развитие природно-техногенных чрезвычайных ситуаций в географической оболочке. В качестве ключевого понятия в проектиро-

вании ИПД целесообразно определить геосистему – «...особый класс управляющих систем; земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом» [1]. При более общем подходе геосистемы представляют собой тотальные системы, являющиеся «в равной мере географическими, экономическими, социальными и техническими», включаю-

щими многообразие экологических, социальных, экономических объектов, процессов, явлений и их взаимосвязи.

Важная роль в моделировании геосистем в структуре проблемно-ориентированных ИПД отводится географическим картам. Их использование в сочетании с данными дистанционного зондирования и другими информационными ресурсами служит надежным источником для построения различных типов моделей, ориентированных на эффективное решение определенного спектра задач по оценке и прогнозированию эколого-социально-экономического развития регионов, принятие управленческих решений по оптимизации природопользования, минимизации природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

Цель исследования заключается в решении задачи хранения информации о геосистемах с цифровых ИПД, сопряженной с необходимостью разработки и внедрения алгоритмов интеграции знаний, хранения и обработки больших массивов пространственно-временных данных. Важно подчеркнуть актуальность получения следующих конкретных результатов: 1) разработка эффективных физических и логических моделей хранилища больших пространственно-временных данных, основанных на мультимодельной организации систем управления данными; 2) создание новых алгоритмов кеширования и индексирования больших массивов данных для обеспечения высокой скорости их выборки и анализа; 3) внедрение архитектур программных интерфейсов для обеспечения необходимых выборок и группировок данных для последующего машинного анализа и визуализации.

Материалы и методы исследования

Базовое картографическое обеспечение проблемно-ориентированных ИПД целесообразно определить как системный набор взаимосогласованных карт и геоизображений, которые подлежат обязательному и долгосрочному хранению в пространственной базе данных и используются в качестве основы для моделирования природных, социальных и производственных систем и их взаимодействия [2]. Обращаемость к тем или иным базовым элементам определяется спектром решаемых проблем по оптимизации функционирования природно-социально-производственных систем.

Процесс разработки базового картографического обеспечения ИПД включает в себя следующий алгоритм: 1) определение элементов базовой картографической основы; 2) разработка системы сбора хранения,

обработки и использования базовой картографической информации; 3) создание картографической базы многоцелевого назначения для обеспечения работы ИПД: серий тематических карт природных, социальных и производственных систем; 4) определение последовательности и частоты доступа к базовым тематическим картам при решении определенных эколого-социально-экономических проблем.

В содержание картографической базы территории целесообразно включать общие географические объекты, характерные для всех групп тематических карт, и дополнять их специальными элементами, подчеркивающими характерные особенности пространственно-временной организации исследуемых объектов, процессов или явлений. Кроме того, представляется необходимым включить в основу элементы пространственно-временной привязки, которые обеспечивают возможности для взаимосвязанного ввода, хранения, представления и использования всей тематической информации ИПД. Очевидно, что все разнообразие сложных характеристик географических объектов, составляющих основное содержание проблемно-ориентированной ИПД, затрудняет их полное отображение на одном слое пространственной базы данных. В связи с этим наиболее целесообразным является расчленение этого комплекса на ряд специализированных базовых картографических слоев.

Совокупность элементов основных картографических и информационных слоев образует основу, которая обеспечивает связывание и обработку всей тематической информации, функционирующей в ИПД. В целом все общие географические и тематические карты, данные дистанционного зондирования составляют единый информационный комплекс, способный решать проблемы, для которых предназначена проблемно-ориентированная ИПД. Каждый из этих элементов может влиять на принятие управленческих решений. В то же время базовые слои участвуют в разработке практически всех задач на разных этапах процессов моделирования и подготовки решений. Основными источниками обновления базовой картографической основы являются данные дистанционного зондирования, государственной статистики, мониторинга окружающей среды.

Современные тенденции в использовании пространственных данных ориентированы на моделирование – организацию систем навигации между природными, социальными и производственными системами и их элементами. Общая схема раз-

вертывания работ по формированию ИПД включает: 1) разработку моделей в вербальной, графической, математической форме; 2) создание математико-картографических моделей; 3) сопоставительный анализ новых знаний, проверка моделей на практике.

В глобальном измерении объектом моделирования выступает географическая оболочка – зона контакта и активного взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. В его составе выделяется ландшафтная оболочка – зона непосредственного взаимодействия геосфер, нижняя граница которой проводится по подошве первого подземного потока, а верхняя граница – по высоте влияния подстилающей поверхности на формирование местного климата.

В региональном аспекте объектами моделирования выступают геосистемы, которые обособляются в географической оболочке под влиянием неравномерного распределения солнечной энергии, энергии внутриземного происхождения и эффектов саморазвития. Они отличаются относительной однородностью структуры, режима функционирования, динамики и развития. Геосистемы имеют иерархическую пространственно-временную организацию. В зависимости от целей исследований и регионального охвата систематизация информации проводится на уровне систем, классов, групп, типов, родов и видов геосистем [2]:

– *системы*, выделяемые по особенностям макроклимата и определяющие особенности развития геоэкологических процессов: выветривание, рельефообразование, гидрологические, почвообразовательные процессы, биологический круговорот;

– *классы геосистем*, обусловленные тектоникой макроформы рельефа, определяющие перераспределение тепла и влаги, интенсивность экзогеодинамических процессов, а следовательно, проявление высотной поясности и вертикальной зональности;

– *группы геосистем*, определяющие функционирование литогидрогенных систем, развитие радиального и латерального водообмена, типа водно-геохимического режима;

– *типы геосистем*, формирующиеся на основе особенностей развития почвообразовательных и биологических процессов;

– *роды геосистем* – отличающиеся пространственными закономерностями развития экзогеодинамических процессов (эрозионных, карстовых, суффозионных, оползневых и т.д.) и морфоскульптурных форм рельефа.

Ландшафтная оболочка и иерархия геосистем – это арена развития глобальных, региональных и локальных процессов хозяйственного освоения. Насыщение геосистем различными техногенными объектами сопровождается формированием определенного типа взаимодействия природных, социальных и производственных систем. В этой связи приведем формулировку К.П. Космачева: «Общество всегда является активной стороной, определяющей тип развития территории.... Но результат развития во многом зависит от естественной основы территории, от того, как оно «воспринимает» влияние общества, насколько оно способно накапливать результаты человеческого труда и сохранять их надолго» [3]. В результате взаимодействия природных и техногенных процессов создается специфическая структура землепользования, сопровождающаяся активацией специфического спектра геоэкологических процессов. Негативные последствия развития могут быть отмечены за пределами зоны фактического размещения техногенных систем (загрязнение окружающей среды, истощение подземных вод). В силу этого особенности социально-экономического развития развертываются на техногенных модификациях геосистем прошлых периодов.

В моделировании пространственно-временных состояний геосистем приоритетной задачей является исследование связей. В географической оболочке кроме прямых, обратных и косвенных связей между природными, социальными и производственными системами выделяются связи-отношения и связи-взаимодействия, особенности которых в контексте физико-географических исследований раскрыты Н.А. Солнцевым [4]. В трактовке автора связь-отношение есть «всякая форма соответствия явлений, которая может быть представлена в виде функциональной зависимости переменных величин, имеющей либо однозначный характер, либо вероятностный», а связь-взаимодействие – «это процесс взаимного воздействия объектов, протекающий в реальном пространстве и времени и выраженный в определенном ходе событий, которые происходят с веществом и энергией на определенном участке пространства». Контактные и дистанционные связи между природой, населением и хозяйством на конкретном участке пространства приводят к изменениям их состояний во времени, что концептуализируется в культурном ландшафте в виде природного, культурного наследия, сложившейся системы землепользования, геоэкологических проблем [5].

Диагностика и оценка связей в сложной иерархии геосистем является важнейшим направлением в разработке и практическом использовании новых автоматизированных методов и алгоритмов интерпретации данных ДЗЗ и вспомогательной пространственно-временной информации с использованием машинного обучения в рамках ИПД [6], постоянной актуализации облачных хранилищ больших массивов пространственно-временных данных, для организации которых актуально использование мультимодельного подхода [7]. Решение задачи эффективного распространения пространственных данных достигается посредством внедрения геопортальных систем [8, 9], характеризуется свойством проектной ориентации и является безальтернативной основой работы органов государственного и муниципального управления, обеспечивающих функционирование стратегических отраслей экономики [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Разнообразие мира представляет собой огромное количество информации. Почти невозможно полностью отобразить все это,

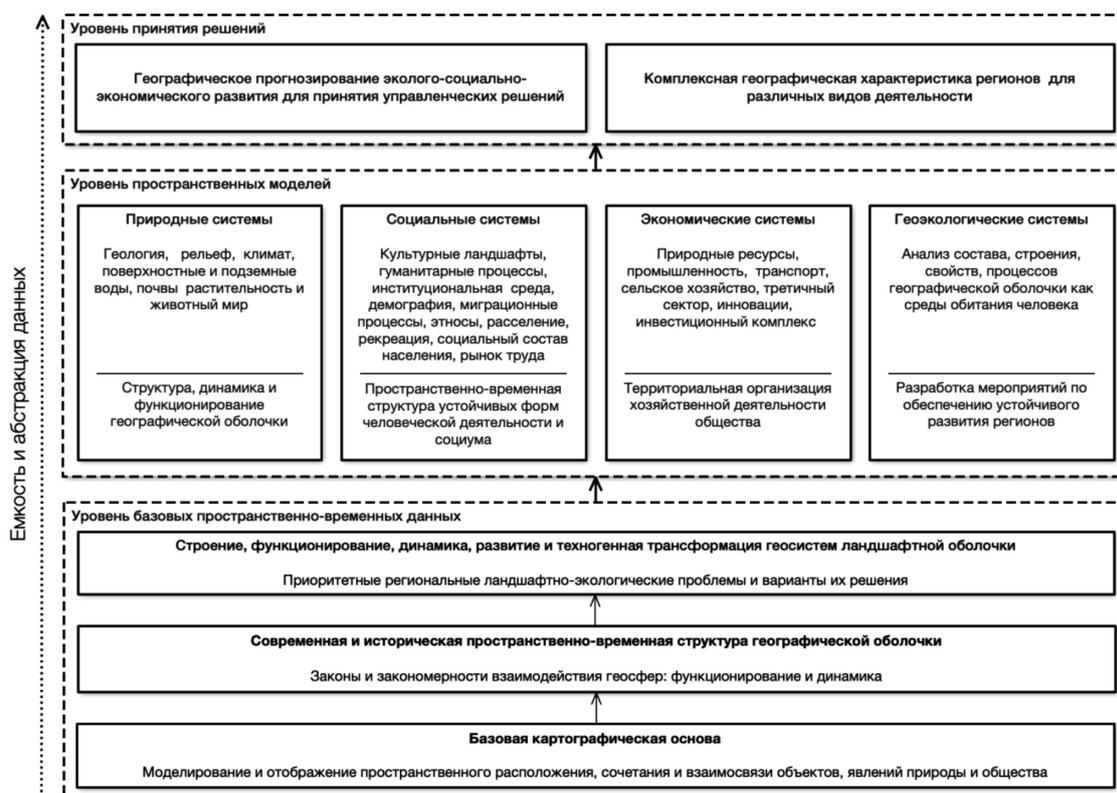
поэтому прибегают к определенному количеству обобщения и абстракции, то есть все богатство и разнообразие окружающего пространства приводит к созданию определенных моделей, то есть к конечному количеству некоторых природных объектов и свойств.

В результате экспериментов и первоначального обобщения материалов можно утверждать, что в ИПД для оценки процессов функционирования природно-социально-производственных систем целесообразно выделить следующие уровни интеграции и использования данных (рисунок):

а) *уровень базовых пространственно-временных данных*, включающий базовую картографическую основу и описывающий современную и историческую пространственно-временную структуру географической оболочки, закономерности взаимодействия геосфер;

б) *уровень пространственных моделей* предполагает систематизацию данных по следующим модулям:

1) «Природные системы» (описывает структуру, динамику и функционирование географической оболочки и её структурных частей; энергетические и информационные свойства геосфер);



Интегральный синтез геопространственной информации в цифровой ИПД

2) «Социальные системы» (систематизирует информацию о пространственно-временной структуре общества и устойчивых формах человеческой деятельности: культурные ландшафты, гуманитарные процессы, культура, институциональная среда);

3) «Экономические системы» (характеризует территориальную организацию хозяйственной деятельности общества: природные ресурсы, промышленность, транспорт, сельское хозяйство, третичный сектор, инновации, инвестиционный комплекс);

4) «Геоэкологические системы» (представляет пространственно-временные системы, отражающие структуру географической оболочки как среды обитания человека и ее изменение в условиях техногенеза и мероприятия по обеспечению устойчивого развития);

в) *уровень принятия решений* предполагает проектно-ориентированное использование данных для организации процессов географического прогнозирования (в первую очередь пространственно-временной прогноз эколого-социально-экономического развития) и формирования комплексной характеристики стран и регионов (систематизирующей данные о природе, населении, экономике, культуре и социальной организации).

Производство цифровых моделей в современных условиях представляет собой многоэтапный, относительно длительный процесс, при котором картографическая информация из графической формы преобразуется в цифровую форму, записывается на машиночитаемый носитель, подвергается повторной обработке и структурированию [14]. В этом процессе задействовано большое количество исполнителей разных специальностей, сложный набор аппаратного и программного обеспечения. В связи с этим возникновение ошибок при изготовлении цифровых моделей неизбежно, поскольку оно обусловлено сложностью системы и разнообразием факторов, которые на нее влияют. Очевидно, что основным показателем качества цифровых моделей является их достоверность – степень точности интеграции в систему картографической информации.

Для организации систем интеграции, хранения и обработки больших массивов пространственно-временной информации в цифровых ИПД целесообразно комплексное использование научно обоснованного набора систем управления базами данных (СУБД) [12]. Так, в реляционных хранилищах организация процесса интеграции данных основана на сущностях и связях, установленных между ними. Высокоорганизованная структура и гибкость делает

реляционные хранилища мощными и адаптируемыми к различным типам пространственных данных [13]. В цифровых ИПД целесообразно использование реляционных СУБД с поддержкой пространственных операций: PostgreSQL MySQL.

Альтернативные преимущества процессу интеграции пространственных данных способны предоставить NoSQL хранилища [14], которые следует классифицировать по следующим категориям: а) резидентные базы данных – Redis (предпочтительны для разработки систем кеширования данных, буферов высокоскоростного обмена с агентами Интернета вещей); б) документные базы данных – MongoDB, RethinkDB (актуальны для систематизации слабоструктурированных данных, информации мониторинга пространственных процессов, хранения и регистрация событий); в) графовые базы данных – Neo4j, JanusGraph (целесообразны для хранения информации о горизонтальных и вертикальных связях геосистем); г) колоночные базы данных – ClickHouse, Cassandra (представляют безальтернативное решение для организации модулей интерактивной аналитической обработки данных (OLAP-компонентов) в системе цифровых ИПД); д) базы данных временных рядов – InfluxDB, TimescaleDB (внедряются для сбора и управления пространственными данными, для которых характерно изменение с течением времени, в том числе показателей развития стихийных процессов и транзакций Интернета вещей).

Заключение

Сформулируем ключевые результаты исследования:

1. Современные цифровые методы анализа пространственной информации формируют основу исследования геосистем, представляющих иерархическую модель территории. Такая технология является перспективной, поскольку позволяет расширить возможности ИПД как систем для обработки и анализа пространственно-временной информации.

2. Эффективность анализа значительно возрастает при использовании хранилищ информации, в которой хранятся разнообразные данные, полученные из разных источников. Развитие функциональных возможностей ИПД является требованием современного научного подхода к оценке и анализу географической оболочки и ведет к более широким перспективам использования геоинформационных при поддержке принятия управленческих решений.

3. Ни одна отдельная парадигма к организации хранилища пространственно-вре-

менной информации в системе цифровых ИПД не может предоставить ключ к решению всех задач, вследствие необходимости различных представлений для разных типов пространственно-временных данных. Ответ на проблему интеграции, хранения и обработки больших массивов пространственно-временной информации в цифровых ИПД могут предоставить мультимодельные хранилища, гибридные базы данных, основанные на функциональных возможностях СУБД разных классов.

4. Следствием использования мультимодельных хранилищ являются усиление качественных характеристик цифровой ИПД – гибкое масштабирование хранилища по мере необходимости, повышение надежности и отказоустойчивости. Хранилище при этом может быть централизовано в центре обработки данных или децентрализовано в масштабах облака.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-70055.

Список литературы

1. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
2. Николаев В.А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. М.: МГУ, 1978. 62 с.
3. Космачев К.П. Проблемы экономико-географической экспертизы информационной базы территориальной организации производства // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. 1974. № 45. С. 3–11.
4. Солнцев Н.А. Природная география, ландшафтоведение и естествознание // Вестник Моск. ун-та, серия географ. 1977 № 1. С. 10–15.
5. Miklós L., Kočická E., Izakovičová Z., Kočický D., Špínerová A., Diviaková A., Miklášová V. Landscape as a geosystem. In Landscape as a geosystem. 2019. P. 11–42.
6. Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Zanozin V.V., Radovanovic M.M., Barmin A.N. Improving the Efficiency of Deep Learning Methods in Remote Sensing Data Analysis: Geosystem Approach. IEEE Access. 2020. № 8. P. 179516–179529.
7. Lu J., Holubová I. Multi-model databases: a new journey to handle the variety of data. ACM Computing Surveys (CSUR). 2019. No. 52 (3). P. 1–38.
8. Ямашкин А.А., Ямашкин С.А. Концепция устойчивого развития в региональном геопортале // Образование через всю жизнь для устойчивого развития: материалы Международной конференции. 2014. С. 535–541.
9. Ямашкин С.А. Структура регионального геопортала как инструмента публикации и распространения геопространственных данных // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. № 6. С. 223–225.
10. Granell C., Miralles I., Rodríguez-Pupo L.E., González-Pérez A., Casteleyn S., Busetto L., Huerta J. Conceptual architecture and service-oriented implementation of a regional geoportals for rice monitoring. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2017. No. 6 (7). 191 p.
11. Вдовин С.М., Федосин С.А., Ямашкин А.А., Ямашкин С.А. Получение, хранение и распространение геоданных как единый информационный процесс // Природные опасности: связь науки и практики: материалы II Международной научно-практической конференции. 2015. С. 82–90.
12. Taft R., Sharif I., Matei A., VanBenschoten N., Lewis J., Grieger T., Mattis P. Cockroachdb: The resilient geo-distributed SQL database. Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. 2020. P. 1493–1509.
13. Roumelis G., Vassilakopoulos M., Corral A., Manolopoulos Y. Efficient query processing on large spatial databases: a performance study. Journal of Systems and Software. 2017. Vol. 132. P. 165–185.
14. Han J., Haihong E., Le G., Du J. Survey on NoSQL database. 2011 6th international conference on pervasive computing and applications. 2011. P. 363–366.

СТАТЬИ

УДК 66.011:544.461:519.233.5:519.233.32

КИНЕТИКА ФТОРИДНО-АММОНИЕВОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ УГЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**Пушкин А.А., Римкевич В.С., Гиренко И.В.***Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, e-mail: pushkin@ascnet.ru*

В данной статье обсуждается математическая обработка экспериментов по фторидно-аммониевой переработке золошлаковых техногенных отходов ТЭЦ. В работе проводится расчет кинетических параметров топохимических реакций со статистической проверкой его результатов: определяются уравнения и зоны реакций по результатам расчетов констант скоростей, коэффициентов формы кривых и энергий активации для каждой из исследуемых температур. Вычислительная программа на языке Visual Basic создана в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio 2019. В качестве методов расчета используются регрессионный и корреляционный анализы с тремя топохимическими уравнениями в качестве параметрических функций. Для каждой параметрической функции строится линейная регрессионная модель путем соответствующих замен переменных и функция отклика. По минимуму погрешностей аппроксимаций для различных регрессионных моделей предварительно выбираем уравнение реакции со всеми соответствующими ему кинетическими и статистическими характеристиками для каждой исследуемой температуры. Окончательный выбор осуществляется после статистической проверки гипотез регрессионного и корреляционного анализа. Допустимость применения регрессионного анализа проверяем при помощи гипотезы Снедекора-Фишера об однородности дисперсии воспроизводимости по всему факторному пространству. Гипотеза регрессионного анализа об адекватности регрессионной модели по методу Снедекора-Фишера используется для статистической проверки линейной регрессионной модели. Значимость коэффициентов регрессии устанавливается с использованием t-критерия Стьюдента. Практическая ценность модели проводится путем проверки гипотезы корреляционного анализа о линейной зависимости между входными и выходными данными по величине коэффициента корреляции. Показатель согласованности Стьюдента используется для проверки значимости коэффициента корреляции. Объектом исследования являются продукты сжигания угля Благовещенской ТЭЦ Верхнего Приамурья России.

Ключевые слова: предварительный отбор, коэффициенты линейной регрессии, кинетические параметры, статистические параметры, уравнение реакции, окончательный отбор, функция отклика

KINETICS OF FLUORIDE-AMMONIUM PROCESSING OF ERKOVETSKOYE DEPOSIT COAL ASH OF UPPER AMUR REGION**Pushkin A.A., Rimkevich V.S., Girenko I.V.***Institute of geology and nature management of FEB RAS, Blagoveshchensk, e-mail: pushkin@ascnet.ru*

Mathematical treatment of experimental results on fluoride-ammonium processing of ash and slag technogenic waste of TEC is discussed in this paper. Calculations of kinetic parameters of topochemical reactions with the statistical verification of their results are carried out. The rate constants, coefficients of curves shape and activation energies, zones and equations of reaction at each investigation temperatures are calculated. Visual basic computing program is created in Microsoft Visual Studio 2019 integrated development environment. The regression and correlation analysis with three typical topochemical equations as parametric functions are used as investigation methods. There are built the linear regression models by corresponding variables changes and the reply functions for each of three parametric functions. Reaction equation for each investigation temperature is preliminary selected by minimum of approximation errors of experimental data by reply functions for various parametric functions. Final selection is performed after statistical verification of hypothesis of regression and correlation analysis. The validity of regression analysis using is verified by Snedecor-Fisher hypothesis about homogeneity of reproducibility variance by overall factor space. Hypothesis about the regression model adequacy is used for statistical verification of linear regression model by Snedecor-Fisher. The significance of the regression coefficients is established by student's t-test. The practical value of the regression model is verified by using of the correlation analysis hypothesis about the linear dependence between the input and output variables by value of correlation coefficient. The value of Student cooperation index is used for the estimation of correlation coefficient significance. There are the ash and slag waste of burning of coal of Blagoveshchensk TEC of the Russia Upper Amur region selected as the objects of the researches.

Keywords: preliminary selection, coefficients of linear regression, kinetic parameters, statistical parameters, reaction equation, final selection, reply function

В настоящее время в ИГиП ДВО РАН разрабатываются фторидно-аммониевые технологии переработки минерального сырья Верхнего Приамурья [1; 2]. К ценному минеральному сырью приравниваются золошлаковые отходы ТЭЦ, содержащие многие полезные компоненты, включая оксиды алюминия, железа и кремния, редкие элементы и благородные металлы. В процессе отработки технологий проводятся как предва-

рительные расчеты вероятных направлений химических реакций, так и компьютерная обработка экспериментов по топохимической кинетике [3]. В данной статье выполняется математическая обработка кинетики фторирования гидродифторидом аммония (ГДФА) золы из Золотвала Благовещенской ТЭЦ (ЗБТЭЦ), применяется и усовершенствуется разрабатываемая методика расчетов по топохимической кинетике.

Отправной точкой исследований по топохимической кинетике являются массивы значений степеней превращения исследуемого вещества в последовательные отсчеты времени и исследуемых температур. В ходе компьютерной обработки рассчитываются значения ряда кинетических параметров реакций. Функция отклика, например, позволяет вычислить вероятное значение степени превращения продукта реакции в произвольный момент времени. Количественные знания о ходе реакции позволяют сравнивать её с аналогичными реакциями, как изучавшимися нами ранее, так и встречающимися в литературе, с целью выбора физико-химических условий комплексной переработки, включая выбор конкретной химической реакции на каждой стадии и оптимальных условий её протекания.

Материалы и методы исследования

Методы исследования в данной работе – параметрический регрессионный и корреляционный анализы [4; 5]. Учитывая вид кинетических кривых в экспериментах по фторированию алюмосиликатов, выберем в качестве параметрических функций часто используемые для описания топохимических реакций уравнения: степенной ($i = 0$) и экспоненциальный ($i = 2$) законы, являющиеся уравнениями ускоряющегося типа

$$f^0(t) = c_r t^{c_s}, \tag{1}$$

$$f^2(t) = 1 - \exp(-c_r t), \tag{2}$$

а также уравнение Ерофеева-Авраами ($i = 1$) сигмоидного типа

$$f^1(t) = 1 - \exp(-c_r t^{c_s}), \tag{3}$$

где $f^i(t)$ – i -я параметрическая функция времени, c_r и c_s – константа скорости и коэффициент формы кинетической кривой, соответственно [6].

На основе параметрических функций строим регрессионные модели. Нелинейность параметрических функций обуславливает нелинейность регрессионных моделей. Линейную регрессионную модель для i -й параметрической функции получим после проведения замен переменных $x_{jk}^i = x_{jk}^i(t_{jk})$, $y_{jk}^i = y_{jk}^i(\alpha_{jk})$ аналогично [3]

$$y_{jk}^i = (b_0)_j^i + (b_1)_j^i \cdot x_{jk}^i + \delta_j^i, \tag{4}$$

где i, j и k – индексы регрессионной модели, исследуемой температуры и отсчета времени, соответственно ($i = 0, 1, 2; j = 0, 1, \dots, m_j; k = 0, 1, \dots, n_j$); x_{jk}^i и y_{jk}^i ; m_j и n_j , t_{jk} и α_{jk} , $(b_0)_j^i$ и $(b_1)_j^i$, δ_j^i – значения x -обобщенных

абсциссы и ординаты, количество исследуемых температур и отсчетов времени, отсчет времени и степень превращения вещества, первый и второй коэффициенты линейной регрессии, ошибка эксперимента для i -й регрессионной модели, соответственно, в момент отсчета времени t_{jk} при температуре T_j .

Точечные оценки $(c_r^*)_j^i$ и $(c_s^*)_j^i$ для i -й регрессионной модели при температуре T_j параметров c_r и c_s , соответственно, вычисляются согласно (3) из оценок коэффициентов регрессии $(b_0^*)_j^i$ и $(b_1^*)_j^i$, которые, в свою очередь, рассчитываются методом наименьших квадратов по уравнению (4). После подстановки точечных оценок параметров $(c_r^*)_j^i$ и $(c_s^*)_j^i$ в i -ю параметрическую функцию получим i -ю функцию отклика для температуры T_j

$$\begin{cases} f_j^0(t) = (c_r^*)_j^0 t^{(c_s^*)_j^0}, (i = 0) \\ f_j^1(t_k) = 1 - \exp\left(- (c_r^*)_j^1 t^{(c_s^*)_j^1}\right), (i = 1). \\ f_j^2(t) = 1 - \exp\left(- (c_r^*)_j^2 t\right), (i = 2) \end{cases} \tag{5}$$

Энергию активации E^i для i -й модели регрессии вычисляют по уравнению Аррениуса для констант скоростей i -й модели (6) [7]. При этом в качестве независимой компоненты выступает обратная температура, а в качестве случайной функции – логарифм константы скорости, возникающий после логарифмирования этого уравнения

$$(c_r^*)_j^i = (c_r)_{j0}^i \cdot \exp\left(-\frac{E^i}{RT_j}\right). \tag{6}$$

Погрешности кинетических параметров рассчитывались согласно [3] в соответствии с методикой [4].

Выбор между моделями регрессии при каждой температуре предварительно выполняем по минимуму погрешностей аппроксимаций [4], которые рассчитываются по формуле

$$\varepsilon_j^i = \sqrt{\sum_{k=0}^{n_k} \left| \frac{\alpha_{jk}(t_{jk}) - f_j^i(t)|_{t=t_{jk}}}{\alpha_{jk}(t_{jk})} \right|^2}, \tag{7}$$

где $\alpha_{jk}(t_{jk})$ и $f_j^i(t)|_{t=t_{jk}}$ – экспериментальные значения степени превращения вещества и расчетные значения i -й функции отклика $f_j^i(t)$ в момент времени t_{jk} , n_k – количе-

ство отсчетов времени. После проведения предварительного выбора модели реакции при данной температуре по погрешностям аппроксимаций и последующего расчета кинетических характеристик проводится статистическая проверка гипотез регрессионного анализа, по окончании которой может быть скорректирован выбор модели.

С целью проверки пяти статистических гипотез, использующихся в работе, рассчитывается ряд соответствующих статистик. Статистики используются для проверки допустимости применения регрессионного анализа, адекватности выбранных регрессионных моделей, значимости их коэффициентов. Практическую ценность регрессионная модель имеет при наличии достаточно сильной линейной связи между входными и выходными данными, при которой коэффициент корреляции и показатель согласованности Стьюдента достаточно велики.

С целью исследования вопроса о допустимости применения регрессионного анализа проводится проверка однородности дисперсии. В качестве нулевой гипотезы принимается гипотеза о равенстве дисперсий воспроизводимости в каждой точке факторного пространства. Статистическая проверка этой гипотезы выполняется методом Снедекора-Фишера. Сначала рассчитываются оценки дисперсий воспроизводимости σ_{jk}^{*2} в каждой точке (t_{jk}, α_{jk}) факторного пространства путем проведения l_{jk} измерений, затем строится F-отношение максимальной и минимальной дисперсии

$$f_j^*(h_1; h_2) = \left(\frac{\sigma_{\max}^{*2}}{\sigma_{\min}^{*2}} \right)_j \text{ по всему факторному}$$

пространству при температуре T_j . Критическое значение $f_\beta^*(h_1; h_2)$ выбирается по таблице F-распределения на уровне значимости β и числа степеней свободы h_1 и h_2 для σ_{\max}^{*2} и σ_{\min}^{*2} , соответственно. Гипотеза об однородности принимается, если

$$f_j^*(h_1; h_2) < f_\beta^*(h_1; h_2). \quad (8)$$

$$\begin{cases} (\sigma_y^2)_j^i > (\sigma_R^2)_j^i \rightarrow (f^*)_j^i < f_\beta(p_1, p_2) \rightarrow \text{гипотеза } H_0 \text{ не отклоняется,} \\ (\sigma_R^2)_j^i > (\sigma_y^2)_j^i \rightarrow (f^*)_j^i > f_\beta(p_1, p_2) \rightarrow \text{гипотеза } H_1 \text{ принимается,} \end{cases} \quad (10)$$

где $f_\beta(p_1; p_2)$ – коэффициент Фишера на уровне значимости β с числами степеней свободы p_1 для остаточной дисперсии в первом случае, а во втором – для дисперсии воспроизводимости, и p_2 в первом случае для дис-

Для проверки адекватности модели при помощи F-отношения Снедекора-Фишера сравниваются остаточная $(\sigma_R^2)_j^i$ и общая дисперсия воспроизводимости $(\sigma_y^2)_j^i$. Первая вычисляется по формуле

$$(\sigma_R^2)_j^i = \frac{\sum_{k=1}^{n_j} (y_{jk}^i - y_{jk}^{i*})^2}{p}, \text{ где } (y_{jk}^i - y_{jk}^{i*}) -$$

отклонения значений обобщенной ординаты y_{jk}^i в точке t_{jk} от её значений y_{jk}^{i*} в этой точке по уравнению регрессии (4), p – число степеней свободы. Вторая – по формуле

$$(\sigma_y^2)_j^i = \frac{\sum_{k=0}^{n_j} \sum_{l=0}^{l_{jk}} (y_{jkl}^i - \overline{y_{jkl}^i})^2}{n_j \cdot (l_{jk} - 1)}, \text{ где}$$

$(y_{jkl}^i - \overline{y_{jkl}^i})$ – отклонение экспериментальных значений переменной y_{jkl}^i от их математических ожиданий $\overline{y_{jkl}^i}$ в каждой точке факторного пространства, индексы j и k нумеруют каждое из l_{jk} измерений в каждой из n_j точек факторного пространства.

$$\begin{cases} (\sigma_y^2)_j^i > (\sigma_R^2)_j^i \rightarrow (f^*)_j^i(p_1, p_2) = \frac{(\sigma_y^2)_j^i}{(\sigma_R^2)_j^i} \\ (\sigma_R^2)_j^i > (\sigma_y^2)_j^i \rightarrow (f^*)_j^i(p_1, p_2) = \frac{(\sigma_R^2)_j^i}{(\sigma_y^2)_j^i} \end{cases}, \quad (9)$$

где в первом случае p_1 – число степеней свободы в первом случае для остаточной дисперсии, во втором – для дисперсии воспроизводимости, p_2 – число степеней свободы в первом случае для дисперсии воспроизводимости, во втором – для остаточной дисперсии. Гипотеза о равенстве дисперсий принимается в качестве нулевой гипотезы H_0 при альтернативной гипотезе H_1 о неравенстве дисперсии. Далее проверяем соотношение (10)

персии воспроизводимости, а во втором – для остаточной дисперсии, соответственно.

Значимость коэффициентов регрессии i -й модели при температуре T_j проверяется с применением t-критерия Стьюдента.

В качестве нулевой принимается гипотеза о равенстве нулю γ -го коэффициента регрессии ($\gamma = 0, 1$) и рассчитывается статистика

$$t^* \left((b_\gamma^*)^i \right) = \frac{(b_\gamma^*)^i}{\sigma^* \left[(b_\gamma^*)^i \right]}, \quad (11)$$

где $(b_\gamma^*)^i$ – точечная оценка γ -го коэффициента линейной регрессии, а $\sigma^* \left[(b_\gamma^*)^i \right]$ – точечная оценка стандартной ошибки для этого коэффициента. Расчетное значение статистики $t^* \left((b_\gamma^*)^i \right)$ сравнивается с табличным значением t_β . Если

$$t^* \left((b_\gamma^*)^i \right) \geq t_\beta, \quad (12)$$

коэффициент считается значимым.

Модель имеет практическую ценность, если коэффициент корреляции $(r_{xy})^i$ и показатель согласованности Стьюдента $(t_r)^i$, вычисляемые по формулам

$$(r_{xy})^i = \frac{\sum_{k=0}^{n_j} x_{jk}^i \cdot y_{jk}^i - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=0}^{n_j} x_{jk}^i \right) \left(\sum_{k=0}^{n_j} y_{jk}^i \right)}{\sqrt{\left[\sum_{k=0}^{n_j} (x_{jk}^i)^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=0}^{n_j} x_{jk}^i \right)^2 \right] \left[\sum_{k=0}^{n_j} (y_{jk}^i)^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=0}^{n_j} y_{jk}^i \right)^2 \right]}}$$

и $(t_r)^i = (r_{xy})^i \cdot \sqrt{\frac{N-2}{1-r_{xy}^2}}$, соответственно, удовлетворяют неравенствам

$$\begin{cases} (r_{xy})^i > 0.7 \\ (t_r)^i > t_\beta \end{cases} \quad (13)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Для экспериментального изучения были выбраны химические реакции в цепочке фторидной переработки золы ЗБТЭЦ с получением полезных компонентов. Объект исследования – электромагнитная фракция золы. Состав в мас. %: SiO₂ – 54.27; Al₂O₃ – 21.01; Fe₃O₄ – 7.82; TiO₂ – 0.66; CaO – 8.24; MnO – 0.30; MgO – 2.49; Na₂O – 0.40; K₂O – 1.23; P₂O₅ – 0.08; SO₃ – 0.27; п.п.п. – 2.91.

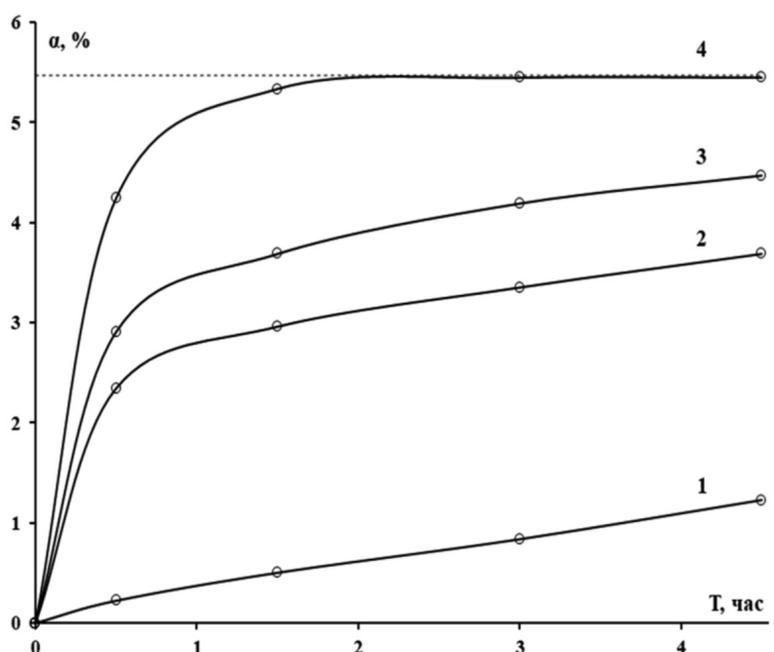
Полезные компоненты извлекаются из золы фторидно-аммониевой переработкой в течение 0.5–4.5 часа при температурах 100–200 °С. В ходе реакции образуются следующие продукты: порошок спекшихся гексафторосиликата аммония ((NH₄)₂SiF₆) и гексафтороалюмината аммония ((NH₄)₃AlF₆), фторидов щелочных металлов (NaF и KF), флюорита (CaF₂) и гематита (Fe₂O₃), а также летучих аммиака (NH₃), фтороводорода (HF) и паров воды (H₂O). Термической обработкой полученного спека в течение 1 часа при температурах 350–550 °С пу-

тем сублимации отделяется гексафторосиликат аммония ((NH₄)₂SiF₆), далее в процессе его гидролиза аммиачной водой (NH₄OH) образуется аморфный кремнезем (SiO₂). Остальные компоненты извлекаются из порошкообразного спека в результате водной и кислотной обработки. Изучается химическая реакция спекания образца золы с ГДФА. В эксперименте измеряется убыль массы образца в последовательные отсчеты времени при каждой из исследуемых температур.

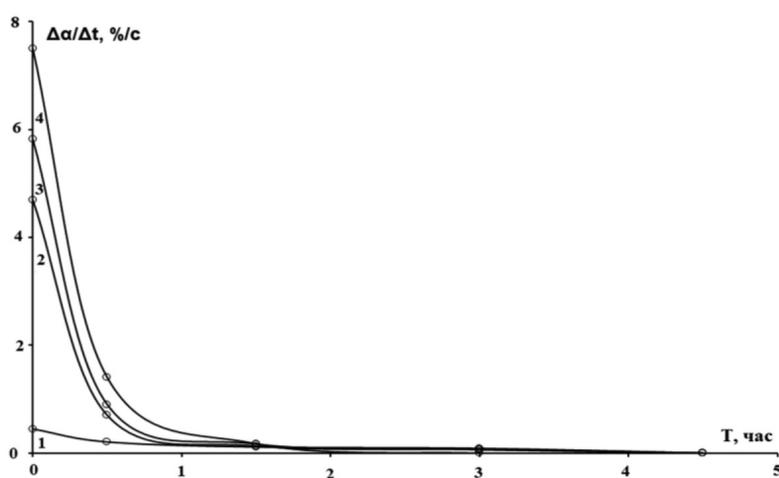
Кинетические кривые, интегральная и дифференциальная, исследуемой реакции спекания показаны на рис. 1. Из рис. 1а видно, что реакция при трех нижних температурах продолжается в течение всего эксперимента, причем при нижней температуре насыщение вообще отсутствует, а при второй и третьей, несмотря на то что наклон кривых к концу эксперимента сильно уменьшается, на плато они все равно не выходят до конца эксперимента. При верхней температуре степень превращения вещества достигает насыщения между 1,5 и 2 часами,

т.е. в течение двух часов реакция прекращается. Такое различие между временами протекания реакции при различных температурах очевидно из соотношения значений констант скоростей в табл. 1 (приблизительно 1: 5: 8: 22). Скорость реакции при верхней температуре в 22 раза выше, чем при нижней температуре. На рис. 1б изображены дифференциальные кинетические кривые изучаемой реакции спекания. Из рис. 1б видно, что дифференциальные

кривые 2, 3 и 4 начинаются с высоких значений скоростей реакции и быстро (в течение часа) спадают почти на порядок величины. Высокие значения скоростей реакции связаны с большими количествами контактирующих частиц реагентов в начале реакции. По мере израсходования атомов реагентов скорость реакции уменьшается (рис. 1б), однако степень превращения вещества нарастает (рис. 1а) из-за увеличения площади реакционной зоны [8].



а)



б)

Рис. 1. Графики экспериментальных кривых для реакции спекания образца золы с ГДФА:
а) интегральная кинетическая кривая $\alpha(t)$; б) дифференциальная кинетическая кривая $\Delta\alpha(t)/\Delta t$
при температурах: 1 – 50 °С, 2 – 100 °С, 3 – 150 °С, 4 – 200 °С

Таблица 1

Предварительные кинетические характеристики (кинетические характеристики, полученные в результате предварительного отбора по величине погрешностей аппроксимаций) для реакции спекания золы ЗБТЭЦ с ГДФА

№	1	2	3	4	5
1	T_j , °C	50	100	150	200
2	$(c_r)_j^i$	0.000804	0.003733	0.006622	0.017998
3	$(c_s)_j^i$	0.76	0.25	0.39	0.48
4	ϵ_j^i	3	3	2	2
5	E^i	13	24		
6	$\alpha_j^i(t)$	Степ	ЕА		
7	ЗР	Диффузионная	Переходная		
8	$f_{ij}^i(t)$	$\alpha = 0.000804 * t^{0.76}$	$\alpha = 1 - \exp(-0.003733t^{0.25})$	$\alpha = 0.006622 * t^{0.39}$	$\alpha = 1 - \exp(-0.017998 * t^{0.48})$

Примечания: в строке 2 размерность констант скоростей мин⁻¹, сокращения ЗР – зона реакции, Степ – Степенной закон, ЕА – уравнение Ерофеева-Авраами.

Тем не менее примерно через 0.5 часа, скорость реакции уменьшается на порядок величины: кривые 2, 3 и 4 на рис. 1а переходят в режим насыщения (и выходят на плато, как кривая 4, через 2 часа после начала реакции) или близкий к насыщению (сильно уменьшают наклон, как кривые 2 и 3). На рис. 1б к этому моменту (2 часа) кривая 4 обращается в 0, а кривые 2 и 3 сохраняют небольшие, но неравные нулю значения до конца реакции. Реакция при 2-й и 3-й температурах с небольшой скоростью продолжается, и поэтому кривые 2 и 3 на рис. 1а не выходят на плато до конца реакции. Отметим, что в течение 1 часа реакция при этих температурах, по-видимому, протекает за счет химического взаимодействия между частицами, скорость которого постепенно убывает из-за уменьшения концентрации частиц. Уменьшение концентрации частиц приводит к увеличению среднего расстояния между ними, поэтому через 1 час после начала реакции существенное значение приобретает диффузия частиц через обедненные частицами области. Небольшое значение скорости реакции при нижней температуре по сравнению со скоростями реакций при других температурах говорит о том, что вся реакция протекает в зоне диффузии при этой температуре, что подтверждается значением энергии активации в табл. 1 (строка 5, столбец 2).

Математической обработкой экспериментальных результатов рассчитываются кинетические характеристики реакции спекания и помещаются в табл. 1.

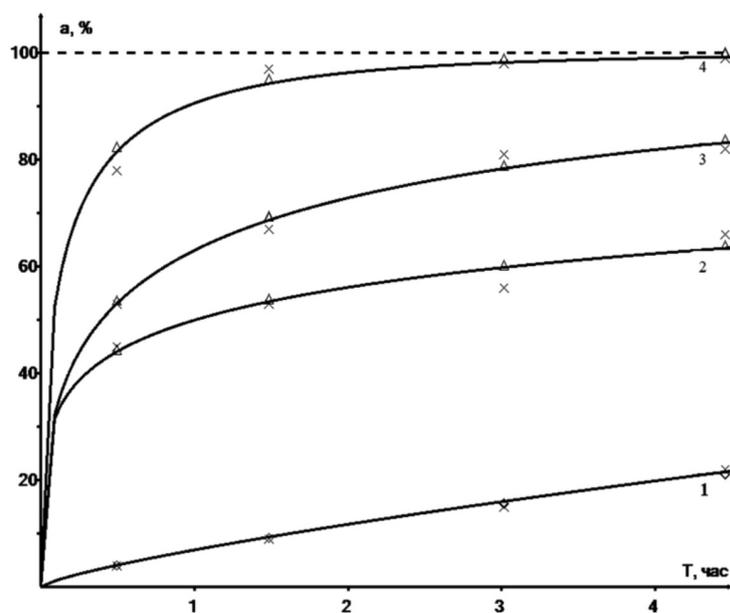
Оценки коэффициентов линейной регрессии $(b_0^*)_j^i$ и $(b_1^*)_j^i$ для i -й модели при j -й температуре рассчитываются по уравнению (4), а по ним кинетические параметры реакции $(c_r)_j^i$ и $(c_s)_j^i$ (строки 2 и 3 в табл. 1) для каждой температуры T_j (строка 1 в той же таблице) и каждой модели (формулы (1)–(3) и (4)).

Уравнение реакции для i -й модели и j -й температуры $\alpha_j^i(t)$ (строка 6) определялось параметрической функцией с минимальной погрешностью аппроксимации ϵ_j^i (строка 4). Для выбранного i_0 -го уравнения реакции при температуре T_{j_0} сего кинетическими параметрами $(c_r)_{j_0}^{i_0}$ и $(c_s)_{j_0}^{i_0}$ рассчитывалась энергия активации E^{i_0} для i_0 -го уравнения реакции (строка 5) по формуле (5). По величине этой энергии активации для каждой температуры определялась зона реакции (строка 7). Выбранные параметрические функции (формулы (1)–(3)) с параметрами $(c_r)_{j_0}^{i_0}$ и $(c_s)_{j_0}^{i_0}$ из строк 2 и 3 для каждой температуры представляют собой функции отклика $f_{i_0 j_0}^i(t)$ для данной температуры (строка 8), изображенные на рис. 2а.

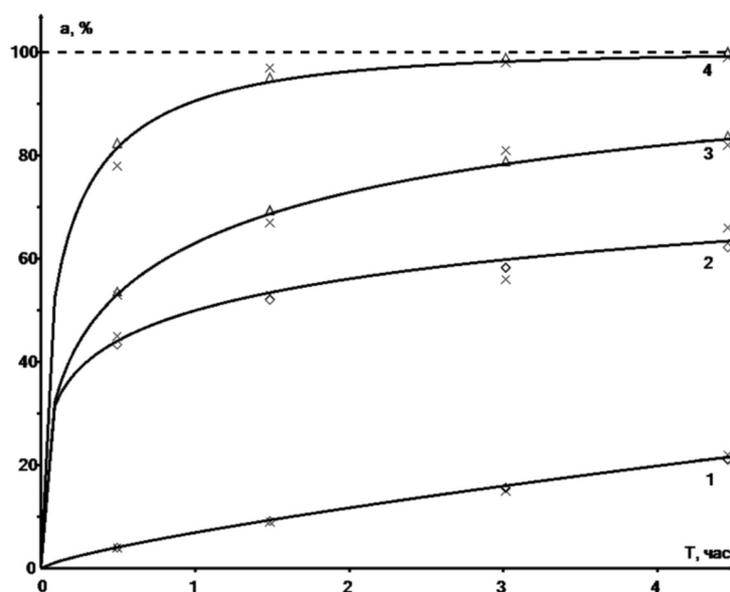
Как видно из табл. 1, по предварительным результатам отбора реакция фторирования образца золы ГДФА протекает при температуре 50 °С по степенному закону с энергией активации 13 кДж/моль и при температурах 100, 150 и 200 °С по уравнению Ерофеева-Авраами с энергией активации

24 кДж/моль. По величине энергии активации определяем зоны реакции при каждой температуре: при нижней температуре $13 \text{ кДж/моль} < 20 \text{ кДж/моль}$, следовательно, зона диффузионная, а при верхних температурах значение энергии активации 24 кДж/моль попадает в интервал $20 \text{ кДж/моль} < 24 \text{ кДж/моль} < 50 \text{ кДж/моль}$, следовательно, зона переходная [9; 10].

На рис. 2а изображены предварительные расчетные функции отклика для данной реакции при каждой исследуемой температуре, которая показывает неплохое соответствие между экспериментальными значениями (крестики) и теоретическими значениями (для степенного закона ромбики, для уравнения Ерофеева-Авраами – треугольники).



а)



б)

Рис. 2. Графики расчетных функций отклика для реакции спекания образца золы с ГДФА: а) предварительные и б) окончательные. Температуры: 1 – 50°C , 2 – 100°C , 3 – 150°C , 4 – 200°C . Треугольниками обозначены кривые, рассчитанные по уравнению Ерофеева-Авраами, а ромбиками – по степенному закону

Проверка достоверности полученных предварительных результатов расчета кинетических характеристик осуществляется при помощи ряда статистических гипотез, имеющих вспомогательный характер и описанных выше. Предварительные статистические характеристики, которые рассчитываются, исходя из предварительных кинетических характеристик по формулам (8)–(14), и используются для проверки статистических гипотез для каждой температуры, сведены в табл. 2.

Сравнением статистик Фишера для однородности дисперсии из 3-й строки табл. 2 с соответствующим коэффициентом Фишера для гипотезы об однородности дисперсии (строка 4 в той же таблице) по формуле (8) подтверждаем однородность дисперсии воспроизводимости.

Адекватность линейной регрессионной модели следует из справедливости формулы (10), в которой статистики Фишера для адекватности регрессии из 5-й строки меньше, чем соответствующие коэффициенты Фишера из 6-й строки. Значения коэффициента корреляции в 9-й строке по формуле (13) означают высокую степень связи между входными и выходными данными и, соответственно, практическую ценность функции отклика. Статистическую значимость коэффициента корреляции подтверждают значения показателя согласованности Стьюдента из 10-й строки, большие коэф-

фициента Стьюдента из 11-й строки (формула (13)).

Значимость коэффициентов регрессии вытекает из того, что статистики, как для свободного члена из 7-й строки, так и для углового коэффициента из 8-й строки, больше, чем коэффициент Стьюдента в 11-й строке (формула (12)). Исключением является вторая температура (столбец 3), при которой соответствующая статистика 0.25 (в строке 8) меньше коэффициента Стьюдента 4.3 (в строке 11), что означает справедливость нулевой гипотезы о равенстве нулю данного коэффициента. Положение может исправить использование конкурирующего с уравнением Ерофеева-Авраами для этой температуры степенного закона, который дает чуть большую погрешность аппроксимации (4% вместо 3%), но статистически значимый свободный член при данной температуре (статистика 25.36 в 7 столбце в табл. 4). В итоге результаты предварительного расчета, проведенного по величине погрешности аппроксимации, должны быть пересмотрены. Реакцию при температуре 100 °С мы будем считать протекающей по степенному закону и, следовательно, должны заменить кинетические и статистические характеристики реакции спекания при температуре 100 °С в табл. 1 и 2, рассчитанные для уравнения Ерофеев-Авраами, на аналогичные характеристики для степенного закона и поместить их в табл. 3 и 4.

Таблица 2

Предварительные статистические характеристики (статистические характеристики, полученные в результате предварительного отбора по величине погрешностей аппроксимаций) и их значения для реакции фторирования ГДФА золы ЗБТЭЦ

№	1	2	3	4	5
1	Температура (T_j), °С	50	100	150	200
2	Уравнение протекания реакции ($\alpha_{jk}(t)$)	Степ	ЕА		
3	Статистика Фишера для однородности дисперсии ($f^*(h_1; h_2)$)	4,74	6,72	6,17	14,49
4	Коэффициент Фишера для однородности дисперсии ($f'_\beta(h_1; h_2)$)	19,37	19,37		
5	Статистика Фишера для адекватности регрессии ($f^*(p_1; p_2)$)	2,0	2,66	3,38	4,1
6	Коэффициент Фишера для адекватности регрессии ($f'_\beta(p_1; p_2)$)	4,46	4,46		
7	Статистика для свободного члена ($t^*(b_{0j}^*)$)	94,28	0,25	21,87	25,06
8	Статистика для углового коэффициента ($t^*(b_{1j}^*)$)	39,19	6,58	12,19	6,29
9	Коэффициент корреляции (r_{xy})	1	0,96	0,99	0,95
10	Показатель согласованности Стьюдента (t_p)	27,71	4,65	8,62	4,45
11	Коэффициент Стьюдента (t_β)	4,3	4,3		

Примечание: коэффициенты Стьюдента и Фишера приводятся в соответствии с [11] и [12].

Таблица 3

Окончательные кинетические характеристики (кинетические характеристики, полученные после статистической проверки пяти гипотез регрессионного анализа) для реакции фторирования ГДФА золы ЗБТЭЦ для температуры 100 °С

№	1	2	3	4	5	6	7
1	Закон	k_{01}	m_{01}	ϵ_{01}	E_0	Зона реакции	$f_{01}(t)$
2	$\alpha_{01}(t)$	0,002356	0.16	4	13	Диффузионная	$\alpha = 0.002356t^{0.16}$

Примечание: в строках 1 и 2 табл. 3 приведены обозначения величин и их значения, соответственно, для величин из столбца 1 табл. 1.

Таблица 4

Результаты статистической проверки гипотез регрессионного анализа

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$\alpha_{ik}(t)$	$(f^*(h_1; h_2))$	$(f_\beta(h_1; h_2))$	$(f^*(p_1; p_2))$	$(f_\beta(p_1; p_2))$	$t^*(b_0^*)$	$t^*(b_1^*)$	r_{xy}	t_r	t_β
2	Степ	4,21	19,37	3,59	4,46	25.36	7.66	0.97	5.42	4.3
3	$i=0, j=1.$	Дисперсия однородна (8)		Модель адекватна (10)		Коэффициенты значимы (12)		$f_{01}(t)$ практически ценна (13)	$(r_{xy})_1^0$ значим (13)	$\beta = 0.05$

Примечание: в строках 1, 2 и 3 табл. 4 приведены величины, их значения и результаты проверки гипотез, соответственно, для столбца 1 табл. 2. В 3 строке в столбцах с (2) по (9) в скобках приведены номера формул, по которым вынесено заключение о проверке гипотезы.

В табл. 3 показаны кинетические характеристики реакции спекания исследуемого образца с ГДФА при температуре 100 °С при пересчете их в соответствии со степенным законом. Закон протекания символически изображен при помощи зависимости степени превращения вещества от температуры $\alpha_{ij}(t)$, в которой индексы i и j принимают значения 0 и 1 для степенного закона и температуры 100 °С, соответственно. Таким образом, имеем $\alpha_{01}(t)$ в столбце 1 второй строки табл. 3. Значения остальных кинетических характеристик – в других столбцах второй строки этой таблицы.

Из строки 3 табл. 4 видно, что все гипотезы регрессионного и корреляционного анализа, которые проверяются в работе, выполняются для новой (степенной) регрессионной модели при температуре 100 °С, а также указаны формулы, по которым эта проверка осуществляется.

На рис. 2а, как отмечалось выше, показаны функции отклика, найденные по результатам отбора по величине погрешностей аппроксимации, а на рис. 2б – после статистической проверки. Отличие заключается в кривой 2, показанной на рис. 2а треугольниками, а на рис. 2б ромбиками: кривая на рис. 2а отклоняется сильнее от эксперимента на отрезке 2 часа, а кривая на рис. 2б в точке 4,5 часа. Расхождения в других точках незначительны. Расхождения возника-

ют потому, что погрешность аппроксимации отражает отклонения от эксперимента функции отклика (формулы 5), которая является нелинейной регрессией и строится в естественных координатах, а статистические характеристики вычисляются для линейной регрессии (формула (4)), которая строится в обобщенных координатах.

Заключение

В данной работе проводится расчет кинетики спекания образца золы ЗБТЭЦ с ГДФА. Топохимические расчеты выполняются по созданной нами программе на языке Visual Basic. В ходе расчетов апробируется программа и усовершенствуется методика расчета, включая статистическую проверку гипотез регрессионного и корреляционного анализов. Статистическая проверка гипотез регрессионного анализа проводится после предварительного выбора модели регрессии и последующего расчета кинетических характеристик реакции с целью выяснения вопроса о достоверности результатов расчета.

Так, при температуре 100 °С предварительно отбирается уравнение Ерофеева-Авраами, однако модель оказывается неадекватной по результатам статистической проверки гипотезы о значимости коэффициентов регрессии. При температуре 100 °С степенной закон имеет немного

большую, чем уравнение Ерофеева-Авраами, погрешность аппроксимации (4% вместо 3%), но все рассчитываемые для него статистические величины проходят проверку. Поэтому окончательно считаем, что изучаемая реакция протекает при двух нижних температурах по степенному закону, а при двух верхних – по уравнению Ерофеева-Авраами и имеет кинетические характеристики, указанные в табл. 1 и 3 для температур 50, 150, 200 °С и температуры 100 °С, соответственно.

Список литературы

1. Римкевич В.С., Сорокин А.П., Пушкин А.А., Гиренко И.В. Физико-химические исследования распределения полезных компонентов в техногенных отходах предприятий теплоэнергетики // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2020. № 3. С. 152–165.
2. Римкевич В.С., Пушкин А.А., Маловицкий Ю.Н., Еранская Т.Ю., Гиренко И.В. Комплексная переработка каолиновых концентратов способом фторидной металлургии // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2010. № 2. С. 29–36.
3. Пушкин А.А., Римкевич В.С. Статистическая обработка экспериментов по кинетике химических реакций // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 76–81.
4. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник. 2-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2014. 473 с.
5. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Основы теории вероятностей и математической статистики. Учебник. 4-е изд. М.: Флинта, 2016. 489 с.
6. Свиридова Т.В. Химия твердого тела. Топохимическая кинетика: электронное учебное пособие. Минск, 2011. 23 с.
7. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: Учебник для университетов и химико-технологических институтов. 2-е изд, доп. М.: Высшая Школа, 1976. 376 с.
8. Продан Е.А., Павлюченко М.М., Продан С.А. Закономерности топахимических реакций. Минск: Наука и техника, 1976. 264 с.
9. Бочкарев В.В. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Гетерофазные и гетерогенно-каталитические реакции. Учебник. Томск: Издательство ТПУ, 2005. 118 с.
10. Евдокимов А.Н. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Ч. 1. Гетерофазные реакции. Учебное пособие. СПб.: Ризограф СПбГТУРП, 2011. 64 с.
11. Таблица критических точек t-распределения Стьюдента. [Электронный ресурс]. URL: <https://100task.ru/sample/120.aspx> (дата обращения: 11.05.2021).
12. Распределение Фишера (F-распределение). [Электронный ресурс]. URL: <https://math.semestr.ru/corel/tablefisher.php> (дата обращения: 11.05.2021).

СТАТЬИ

УДК 378:37.03

**ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО
ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА****Баркунова О.В., Седова С.С., Смирнова О.А.***Шуйский филиал ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»,
Шуя, e-mail: Oksa_315@mail.ru*

Статья посвящена актуальной теме формирования социально ответственного поведения студентов вуза. Теоретический анализ научной литературы позволил авторам определить сущность рассматриваемого понятия как форму активных действий личности студента, имеющую гуманистическую и созидательную направленность, позволяющую эффективно взаимодействовать с окружающим социальным миром. Определены основные критерии формирования социально ответственного поведения студентов: когнитивный (адекватное понимание социальных норм и правил, их активная демонстрация); мотивационно-ценностный (направленность личности на взаимодействие и сотрудничество; высокая социальная активность; доминирование социально значимых жизненных ценностей); деятельностный (осознанный, социально значимый характер поведения, ответственность за результаты своих действий). По результатам диагностического обследования выявлено, что преобладающее количество студентов проявили коллективистскую направленность личности; предпочтительными в жизненных ситуациях являются ценности общения; преобладает ситуативная ответственность; в процессе самоуправления наименее развитыми у студентов оказались этапы целеполагания, планирования и коррекции. Разработана модель формирования социально ответственного поведения студентов в образовательном пространстве педагогического вуза, включающая традиционные компоненты: целевой, содержательный, деятельностный, оценочно-рефлексивный. Реализация модели предполагает создание в образовательном пространстве вуза педагогических условий (использование в учебной и внеучебной работе со студентами форм и методов, направленных на формирование социальных компетенций; создание образовательного пространства вуза, позволяющего удовлетворять потребности и интересы современного студента, через использование технологий сотрудничества, сетевого взаимодействия; установление субъект-субъектных взаимоотношений между обучающимися и профессорско-преподавательским составом) и использование традиционных и инновационных форм и методов работы со студентами.

Ключевые слова: социальная активность, социальная ответственность, социально ответственное поведение, студенческая молодежь, формирование, образовательное пространство вуза

**FORMATION OF SOCIALLY RESPONSIBLE BEHAVIOR
OF UNIVERSITY STUDENTS****Barkunova O.V., Sedova S.S., Smirnova O.A.***Shuya branch of The Ivanovo State University, Shuya, e-mail: Oksa_315@mail.ru*

The article is devoted to the current topic of formation of socially responsible behavior of university students. The theoretical analysis of scientific literature allowed the authors to determine the essence of the concept under consideration as a form of active actions of the student's personality, having a humanistic and creative orientation that allows effective interaction with the surrounding social world. The main criteria for the formation of socially responsible behavior of students are defined: cognitive (adequate understanding of social norms and rules, their active demonstration); motivational-value (personal focus on interaction and cooperation; high social activity; dominance of socially significant life values); activity (conscious, socially significant nature of behavior, responsibility for the results of their actions). The results of the diagnostic examination revealed that the predominant number of students showed a collectivist orientation of the personality; the values of communication are preferred in life situations; situational responsibility prevails; in the process of self-government, students have developed the stages of targeting, planning and correction. The implementation of the model involves the creation of pedagogical conditions in the educational space of the university (use in educational and extracurricular work with students of forms and methods aimed at the formation of social competencies; creation of the educational space of the university, which allows to satisfy the needs and interests of a modern student, through the use of cooperation technologies, network interaction; the establishment of subject-subject relationships between students and faculty) and the use of traditional and innovative forms and methods of working with students.

Keywords: social activity, social responsibility, socially responsible behavior, student youth, formation, educational space of the university

Актуальность проблемы изучения и формирования социально ответственного поведения молодежи достаточно высока. Ответственность относится к субъективным характеристикам личности и всегда была предметом исследования и анализа философии, социологии, психологии, педагогики и др.

Социальная ситуация развития личности студента представляет собой переход

к самостоятельной и ответственной взрослости, основным компонентом которой становится социально ответственное поведение, которое необходимо формировать, создавая условия для систематической репродукции рассматриваемого качества. Особая роль в этом процессе отводится вузу, который согласно федеральным государственным образовательным стандартам должен создавать условия для формирования у студентов

таких компетенций студентов, как способность критически анализировать современную информацию, систематизировать и применять рациональные решения актуальных задач, продуктивно взаимодействовать и работать в команде.

Актуальность темы исследования подтверждается наличием противоречия между объективной необходимостью формирования социально ответственного поведения студенческой молодежи и отсутствием методологически обоснованной модели его формирования у будущих педагогов в вузе.

Цель исследования – изучение социально ответственного поведения студентов, разработка и обоснование модели его формирования в образовательном пространстве вуза.

Материалы и методы исследования

В научных исследованиях существуют разные теоретические подходы к рассмотрению понятия «ответственность личности», определению категорий «социальная ответственность» и «социально ответственное поведение». Однако все исследователи демонстрируют убеждение о том, что рассматриваемые термины являются неотъемлемой частью всех видов субъектной деятельности человека [1; 2].

С точки зрения педагогической психологии «ответственность» относят к мотиву поведения личности и ее изучение осуществляется в двух аспектах: моральном (нравственный выбор как источник регуляции поведения) и когнитивном (затрагивающем осознанность и прогнозирование действий и событий).

В философии интересна точка зрения Е.А. Ануфриева, который утверждал, что социальная активность способствует общественному прогрессу и ориентирована на положительные социальные ценности, наполняющие жизнь человека высоким смыслом [3; с. 101]. Созидательную основу деятельности подчеркивал К.К. Платонов. Он говорил о преобразующей роли деятельности в жизни отдельного человека или группы. Именно эта основа определяется наличием или отсутствием у человека социальной ответственности.

Существуют исследования, раскрывающие проблему формирования ответственного поведения. К таким исследованиям относится исследование С.Л. Рубинштейна, который рассматривал внешний и внутренний фактор формирования ответственного или безответственного поведения, говорил о разной значимости данных факторов в различных социальных ситуациях [4]. Изучая социальную ответственность, нам

стоит придерживаться мысли о том, что человек – это часть общества, он входит в систему социальных отношений своими действиями и поступками, а также участвует в преобразовании общества, его развитии и изменении.

Многообразие трактовок социально ответственного поведения и подходов к его определению позволяет обобщить знания в данной области в следующих характеристиках: основой социально ответственного поведения является гуманизм и ценностное созидательное отношение личности к окружающему миру, людям, самому себе; объективные и субъективные факторы определяют содержание данной категории; в ситуации нравственного выбора личность действует в соответствии с уровнем своей социальной ответственности.

С нашей точки зрения, социально ответственное поведение студента является формой активных действий личности, гуманистической и созидательной направленности, позволяющих эффективно взаимодействовать с окружающим социальным миром.

Проанализировав точки зрения на структуру социально ответственного поведения, в общем представлении можно определить внешние (социальные нормы и роли) и внутренние (ценностная, нравственная составляющая) компоненты исследуемой категории. Представленные точки зрения ученых позволили определить основные критерии формирования социально ответственного поведения студентов: когнитивный (адекватное понимание социальных норм и правил, их активная демонстрация); мотивационно-ценностный (направленность личности на взаимодействие и сотрудничество; высокая социальная активность; доминирование социально значимых жизненных ценностей); деятельностный (осознанный, социально значимый характер поведения, ответственность за результаты своих действий) [3, 5].

Результаты исследования и их обсуждение

Для изучения социально ответственного поведения студентов были использованы следующие методики: субъективная шкала групповых норм (А.В. Сидоренков); методика В. Смекала и М. Кучера для определения направленности личности; методика ценностных ориентаций (М. Рокич); тест «Экспресс-диагностика ответственности» (ЭДО) (В.П. Прядеин); тест «Способность к самоуправлению» (Н.М. Пейсахов).

Базой экспериментального исследования стал Шуйский филиал ФГБОУ ВО ИвГУ, реализующий в основном программы пе-

дагогического образования. Чтобы представить процесс формирования социально ответственного поведения студентов в комплексе всех составляющих элементов, нами разработана модель, включающая традиционную четырехкомпонентную структуру.

Описание целевых ориентиров в процессе формирования социально ответственного поведения студентов представлено в целевом компоненте модели, который обусловлен социальным заказом на подготовку высококвалифицированного специалиста, имеющего активную жизненную позицию и социальную ответственность.

Конкретизация цели раскрывается в следующих задачах: повышение социальной активности студенческой молодежи, путем ее вовлечения в процессы жизнедеятельности вуза, различные сферы жизнедеятельности города, региона, страны; формирование устойчивых студенческих коллективов и объединений, просоциальной направленности, базирующихся на принципах демократии и субъектности; сопровождение студенческой молодежи и каждого студента в его жизненном самоопределении и построении временной перспективы будущего, творческом и научном поиске, развитии способностей [6].

Методологическими основами разработки модели могут служить системный, аксиологический и личностно-ориентированный, деятельностный подходы. С позиции системного подхода образовательное пространство вуза рассматривается нами как открытая развивающаяся система, состоящая из взаимосвязанных компонентов. Аксиологический подход позволяет представить социально ответственное поведение как результат и как одну из важных современных ценностей, которая формируется под воздействием созидательной, социально-направленной деятельности, в основании имеющей стратегические ценности. Применение личностно-ориентированного и деятельностного подходов способствует созданию условий для самореализации студента, формирования его как субъекта деятельности.

Содержательный компонент модели формирования социально ответственного поведения студентов, выстроенной на основе принципов: преемственности; системности и целостности; природосообразности и культуросообразности; комплексности; субъект-субъектного взаимодействия; самоуправления; практической направленности, – включает потенциал Шуйского филиала ФГБОУ ВО ИвГУ.

Деятельностный компонент реализуется в рациональных методах, средствах

и формах работы со студентами в учебной и внеучебной деятельности, различной направленности [5].

Педагогическими условиями реализации модели формирования социально ответственного поведения студентов вуза являются: использование в учебной и внеучебной работе со студентами форм и методов, направленных на формирование компетенций социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления; создание образовательного пространства вуза, позволяющего удовлетворять потребности и интересы современного студента, через использование технологий сотрудничества, сетевого взаимодействия; установление субъект-субъектных взаимоотношений между обучающимися и профессорско-преподавательским составом [7].

Ведущим направлением деятельности современного вуза является развитие устойчивой социально ответственной позиции личности студента по отношению к себе и к обществу, которая предполагает, что студент – это активный преобразующий субъект актуальной ситуации общественных отношений.

Ключевой составляющей деятельностного компонента модели являются традиционные и инновационные формы и методы работы со студентами: различные типа студенческие сообщества научно-исследовательской, творческой, общественной и спортивно-оздоровительной направленности; выездные учебно-методические семинары для студенческого актива, для студентов-первокурсников; традиционные культурно-массовые фестивали, конкурсы; деятельность волонтерских инициативных групп и отрядов; тематические выставки, экскурсии и встречи с интересными людьми.

Последний, оценочно-рефлексивный, компонент модели формирования социально ответственного поведения студентов вуза позволяет, за счет адекватного диагностического инструментария, оценить соответствие результатов деятельности требованиям социального заказа, а именно, формирование специалиста, обладающего пониманием и умением применения социальных норм и правил, направленного на взаимодействие и сотрудничество; обладающего высокой социальной активностью и социально значимыми жизненными ценностями, ответственностью за результаты своих действий.

В экспериментальном исследовании приняли участие 128 чел. в возрасте 19–20 лет из 8 студенческих групп. Для исследования групповых норм мы применили методику изучения нормы продуктивно-

сти группы (А.В. Сидоренков). Показатель нормы продуктивности является одним из важных факторов социальной эффективности группы. В двух студенческих группах мы выявили показатель нормы продуктивности группы с тенденцией к высокому уровню. В пяти группах – средний уровень показателя нормы продуктивности и в одной группе – тенденция к низкому уровню. Мы можем характеризовать большинство исследуемых студенческих групп как группы со стремлением к поддержке невысокого темпа и объема выполняемых видов деятельности, общения, с ситуативным поощрением проявления студентами инициативы по выполнению различных учебных и внеучебных видов деятельности. В одной группе мы выявили тенденцию к сдерживанию темпа и объема выполняемых студентами различных видов деятельности, общения и неодобрение проявления инициативы членами группы.

Направленность личности определяет поведение человека и, если она позитивна, ориентирована на взаимодействие и сотрудничество, то человек обладает целеустремленностью и высокой социальной активностью. Используя опросник «Изучение направленности личности» (В. Смекала и М. Кучера), мы выявили доминирующую направленность личности студентов. У 27% студентов (35 чел.) преобладают мотивы собственного благополучия, желание личного престижа. Для реализации своих притязаний студенты используют учебную и внеучебную деятельность. Потребности окружающих для них не столь важны. У 24% студентов (30 чел.) мы выявили направленность личности на задачу. В самой учебной и внеучебной деятельности для них рождается мотив, они открыты к сотрудничеству, увлечены, стремятся к овладению новым. Однако общение и взаимодействие с окружающими не представляются ценным для студентов. Преобладающее количество студентов – 63 чел. (49%) проявили коллективистскую направленность личности, и мы можем предположить, что это обусловлено будущей профессией. При данной направленности личности поступки человека определяются потребностью в общении, ориентацией на взаимодействие. Совместная деятельность является ценностью для такого человека.

Высокий ранг значимости в списке ценностей ориентаций М. Рокича у студентов получили конкретные ориентиры (материальная обеспеченность, активная жизнь), абстрактные (свобода), направленность на себя (здоровье, уверенность в себе). Последние ранги в списке жизненных ори-

ентиров у студентов заняли творчество, продуктивная жизнь, счастливая семейная жизнь, а также счастье других. Полученные результаты говорят о вовлеченности студентов больше в сферу досуговой активности, нежели в сферу труда и семейно-бытовую сферу. Социально значимые жизненные цели-ценности, такие как интересная работа, продуктивная жизнь, развитие, счастливая семейная жизнь и счастье, других пока еще не являются убеждениями в том, к чему надо стремиться. Иерархия инструментальных ценностей характеризуется большей ориентацией на честность, чуткость, независимость и смелость в отстаивании своего мнения. Низкую значимость имеют самоконтроль, исполнительность и твердая воля. Верхние позиции в иерархии представлений о нормах поведения и свойстве личности занимают ценности общения, а вот ценности дела не рассматриваются студентами как образ действий для достижения целей.

Социально ответственное поведение характеризуется осознанием и выполнением человеком требований, которые предъявляются к нему со стороны группы, общества. В нашем исследовании студентов с устойчивым уровнем развития ответственности оказалось 40% (51 чел.). Преобладающее количество студентов – 45% (58 чел.) характеризуется ситуативной ответственностью. Безответственность выявлена у 15% студентов (19 чел.). Они затрудняются прогнозировать последствия своих действий или бездействий в конкретной ситуации и принимать последствия этого выбора.

В социально ответственном поведении личности большое значение имеет достаточный уровень развития самоуправления, который процессуально включает в себя этапы: анализ существующих противоречий, построение прогноза, определение конечного образа искомого результата, выделение критериев и др. По методике Н.М. Пейсахова у 22% студентов (28 чел.) самоуправление находится на уровне ниже среднего. Студенты затрудняются целенаправленно изменять и активно управлять своей активностью в деятельности, поведении и общении. Средний уровень способности самоуправления проявили 59% студентов (76 чел.) и выше среднего – 19% (24 чел.). Студенты способны в большинстве случаев анализировать ситуацию, прогнозировать последствия своих действий или бездействий, делая выбор и принимая последствия этого выбора. Наименее развитыми у студентов оказались следующие этапы самоуправления: целеполагание, планирование и коррекция. Студенты затрудняются формировать субъективную

модель желаемого или должного, а также средства достижения цели и последовательность их осуществления. Однако если это и происходит, цель и средства определены, то студенты имеют трудность в изменении действий, поведения, общения под влиянием новых условий, фактов и изменяющихся обстоятельств.

Заклучение

По результатам диагностического исследования выявлено, что преобладающее количество студентов проявили коллективистскую направленность личности; предпочтительными в жизненных ситуациях являются ценности общения; преобладает ситуативная ответственность; в процессе самоуправления наименее развитыми у студентов оказались этапы целеполагания, планирования и коррекции.

Полученные результаты эмпирического исследования компонентов социально ответственного поведения студентов подтверждают необходимость разработки модели его формирования в условиях образовательного пространства вуза. Данная модель включает традиционные компоненты: целевой, содержательный, деятельностный, оценочно-рефлексивный – и предполагает создание в образовательном пространстве вуза педагогических условий (использование в учебной и внеучебной работе со студентами форм и методов, направленных на формирование социальных компетенций; создание образовательного пространства вуза, позволяющего удовлетворять потребности и интересы современного студента, через использование технологий сотрудничества, сетевого взаимодействия; установление субъект-субъектных взаимоотношений между обучающи-

мися и профессорско-преподавательским составом) и использование традиционных и инновационных форм и методов работы со студентами. Она выступает инструментом формирования ценностей и моделей социально ответственного поведения благодаря целостности учебного и воспитательного процессов.

Соответственно, образовательное пространство вуза, через образовательные программы, концепцию и программы воспитания, создает условия для целенаправленной работы по формированию социально ответственного поведения студенческой молодежи. Студенты вовлекаются в жизненные процессы вуза, города и страны через систему самоуправления и сопровождения, студенческих объединений.

Список литературы

1. Коркина А.С. Проблемы современного студента. Учеба и работа: материалы XXII Международной конференции памяти профессора Л.Н. Когана «Культура, личность, общество в современном мире: методология, опыт эмпирического исследования». Екатеринбург: УрФУ, 2019. С. 905–910.
2. Савастына А.А., Осипова Л.Б. Социальная активность молодежи как условие динамичного развития общества // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22320> (дата обращения: 28.03.2021).
3. Ануфриев Е.А. Социальный статус и активность личности. Личность как объект и субъект социальных отношений. М.: Изд-во МГУ, 1984. 288 с.
4. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. Человек и мир. СПб.: Питер, 2003. С. 380–386.
5. Донева О.В. Критерии сформированности социальной ответственности студентов вуза // Фундаментальные исследования. 2014. № 3–3. С. 580–584.
6. Баркунова О.В. Социокультурная среда вуза как условие развития личности бакалавров // Научный поиск. 2014. № 4. С. 11–14.
7. Баркунова О.В. Теоретические аспекты создания модели социокультурной среды вуза // Школа будущего. 2016. № 2. С. 4–8.

УДК 372.881.1

ЛЕКСИКО-ГРАММАТИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

^{1,2}Бганцева И.В., ¹Пахарукова В.А., ¹Йованович Т.Г.

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: BIV071421@yandex.ru, weronika-sta@yandex.ru, jovanovic.tamara@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград, e-mail: BIV071421@yandex.ru

В статье отмечается потенциал визуально-картографических методов как визуальных организаторов учебной информации и как средство наглядного представления мыслительных процессов, обеспечивающих развитие когнитивного потенциала обучающихся, а также позволяющих достичь более продуктивного усвоения учебной информации на иностранном языке. Описан оригинальный визуально-картографический метод изучения специфических тем на целевом иностранном языке в техническом вузе. Делается акцент на специфических особенностях обучения иностранному языку студентов инженерных специальностей, ориентированного в большей степени на таком виде речевой деятельности, как чтение иноязычного текста и извлечение из него профессионально значимой информации, что еще в большей степени актуализирует метод лексико-грамматического картирования, в том числе и при выполнении модельных заданий, выстраиваемых по маршрутам: до чтения текста или информации (Before you read), при чтении (Reading Info), после чтения (After you read). Согласно разработанной схеме реализации метода на практике, после получения соответствующей информации и освоения лексико-грамматических единиц целевого языка, следует обсуждение и монологические высказывания, которым предшествовали маршрутные указатели, где каждый обучающийся раскрывает свои индивидуальные лингвистические и экстралингвистические способности. Выявлена проблема между самостоятельным конструированием иноязычной коммуникативной деятельности студентов и отсутствием теоретического и технологического обоснования концепции на этапе вузовского профессионально ориентированного иноязычного образования. Разработаны этапы совершенствования коммуникативной компетенции у студентов инженерных специальностей по методу картирования лексико-грамматического материала. Предложены технологические маршруты по осмысленному предметно-языковому изучению тем по специальности, обеспечивающие долгосрочное и эффективное усвоение целевого материала.

Ключевые слова: лексико-грамматическое картирование, коммуникативная компетенция, систематизирующие технологии, визуально-картографический метод, фразовое единство, ассоциативные взаимосвязи лексем, смысловая память

LEXICAL AND GRAMMATICAL MAPPING IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONALLY ORIENTED ENGINEERING STUDENTS' COMMUNICATIVE COMPETENCE

^{1,2}Bgantseva I.V., ¹Pakharukova V.A., ¹Yovanovich T.G.

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: BIV071421@yandex.ru, weronika-sta@yandex.ru, jovanovic.tamara@yandex.ru;

²Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd, e-mail: BIV071421@yandex.ru

The article notes the potential of visual cartographic methods as visual organizers of educational information and as a means of visual representation of mental processes that ensure the development of the cognitive potential of students, as well as allow them to achieve a more productive assimilation of educational information in a foreign language. The article presents the original visual mapping method for studying specific topics in a target foreign language at a technical university. The emphasis is placed on the specific features of teaching a foreign language to students of engineering specialties, focused, to a greater extent, on such a type of speech activity as reading a foreign language text and extracting professionally significant information from it, which even more actualizes the method of lexical and grammatical mapping, including when performing model tasks arranged along the routes: before reading the text or information (Before you read), when reading (Reading Info), after reading (After you read). According to the developed scheme of implementation of the method in practice, after receiving the relevant information and mastering the lexical and grammatical units of the target language, there is a discussion and monologue statements, which were preceded by route signs, where each student reveals their individual linguistic and extralinguistic abilities. It is revealed the problem between the independent construction of foreign language communicative students' activity and the lack of theoretical and technological justification of the concept at the stage of professionally oriented University foreign language education. The stages of improving the communicative competence of engineering students are described when applying the method of mapping lexical and grammatical units. Some technological routes for meaningful subject and language study in engineering are proposed to ensure a long-term and effective acquisition of the target material.

Keywords: lexical and grammatical mapping, communicative competence, systematizing technologies, visual mapping method, methodical compression, phrasal unity, associative lexeme relationships, semantic memory

Одним из требований современного образования выступает развитие компетентного и, что не менее важно, мыслящего, умеющего принимать продуктивные решения профессионала определенной области знания. Вероятно, в этой связи сегодня

все чаще в научно-методической литературе, посвященной проблемам иноязычного образования, лингводидакты ставят перед собой задачи активизации мышления студентов [1–4], реализуют познавательный потенциал обучающихся вузов средствами иностранного языка [5], обеспечивая развитие мышления, в том числе и на основе использования когнитивных визуальных моделей учебной информации [6].

Следует особо отметить, что в решении вопросов повышения когнитивного потенциала обучающихся вузов все большую актуальность получают визуально-картографические методы [7–9]. Это обусловливается тем, что широкий спектр «визуальных организаторов» в настоящее время весьма интенсивно применяется в различных областях научного знания и обеспечивает наиболее качественное управление интеллектуальными процессами. Эти педагогические инструменты отражают смысловые схемы в визуальной форме, а их использование позволяет достигать более эффективного понимания и усвоения содержания учебной информации на основе овладения навыками мышления более высокого порядка.

Прежде всего, необходимо дать определение самому понятию «визуальный организатор». Мы понимаем «визуальный организатор» как наглядное (визуальное, графическое) представление определенных мыслительных процессов. При этом «визуальные организаторы» характеризуются предъявлением материала в сжатом, структурированном виде. Такой подход к организации иноязычного материала в условиях, с одной стороны, необходимости усвоения большого по объему материала, а с другой, весьма малого времени, предусмотренного в учебном плане на дисциплину «Иностранный язык» в техническом вузе, нам представляется чрезвычайно своевременным.

Цель исследования – разработка методических подходов к использованию лексико-грамматического картирования при развитии профессионально ориентированной коммуникативной компетенции студентов инженерных специальностей.

Материалы и методы исследования

Достижение поставленной цели осуществлялось посредством использования следующих методов: анализ основных методологических понятий, систематизация, интервьюирование, анкетирование, педагогический мониторинг, включающий наблюдения и тестирование, изучение и анализ результатов учебного процесса.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из наиболее характерных видов визуального организатора является метод лексико-грамматического картирования. Картирование является визуально-картографическим методом, обеспечивающим эффективную организацию, упорядочивание и систематизацию изучаемого материала, обеспечивает его высокую наглядность и способствует максимальному активизированию понимания, а также интенсифицирует мыслительные процессы и делает их более целенаправленными [7–9].

Методический потенциал обозначенного метода реализуется не только на этапе работы с готовой картой, когда карта выступает некой речевой опорой для организации речевой деятельности, но и непосредственно в процессе составления лексико-грамматической карты, главным образом за счет многократного обращения с иноязычным словом/термином в контексте определенной грамматической структуры.

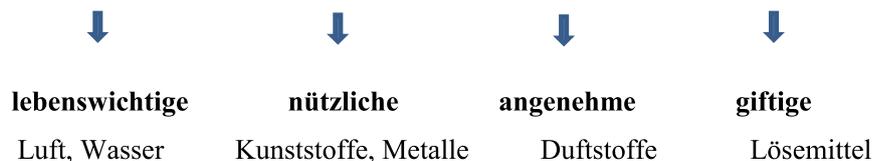
На начальных этапах обучения лексико-грамматические карты формируются преподавателем в виде комплекса иллюстративно-схематических блоков, служащих опорами для эффективного освоения специальных обозначений, терминов и результирующего применения важных по функционалу грамматических конструкций речи. В последующем предусматривается самостоятельное создание таких карт обучающимися [7, 8].

В процессе применения лексико-грамматических карт освоение лексических единиц и функционально важных грамматических конструкций происходит в несколько стадий:

- 1) группирование лексем по принципу отнесенности к определенному разделу изучаемой темы;
- 2) запоминание по механизму операционного анализа;
- 3) освоение значений лексем в контексте фразового единства на когнитивном уровне;
- 4) активирование аналитико-мыслительных процессов визуализации на основе установления когерентности аудио-графических образов слов со зрительными образами обозначаемых ими объектов [8].

Данные этапы одновременно являются собой операции включения механизмов логической памяти, обеспечивающей более быстрое, долгосрочное и эффективное освоение иноязычного материала. Логическая, или смысловая память, которая задействуется в процессе составления лексико-грамматических карт, предполагает активные операции по осмыслению мате-

- es gibt Tausende von Stoffen



II. Stoffeigenschaften

• Am _____ (Geruch, an der Farbe, an den Geschmacksempfindungen) lassen sich manche Stoffe gut erkennen.

- ausbilden
- klingen
- feststellen
- erfüllen
- der Geschmackssinn
- der Geruchssinn
- die Geruchs- und Geschmacksempfindungen hervorrufen
- im Chemielabor einsetzbar
- Geruchsproben durchführen
- gesundheitsschädlich

1) die Farbe (sehen)

- einen charakteristischen Glanz zeigen
- glanzvoll/ glänzend
- glanzlos
- matt
- farblos

die Oberfläche (befühlen)

rauh/ harsch
glatt
warm/ kalt
hart/ weich

2) der Klang (hören)

klingend
dumpf
geräuschlos
laut

die Form (sehen/ befühlen)

oval
kreisförmig
eckig
quadratisch
kristallförmig

3) der Geschmack (schmecken)

- giftig
- süß
- salzig
- laffen
- bitter

der Geruch (riechen)

stechend
geruchlos

4) der Zustand/ die Konsistenz (berühren)

- fest
- zerbrechlich
- flüssig
- gasförmig

die Löslichkeit (aufwässern)
in Wasser löslich/ nicht löslich

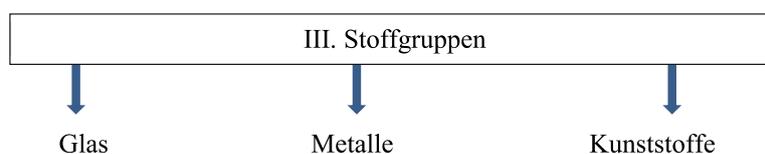
5) die Schmelzbarkeit (schmelzen)

leicht/ schwer schmelzbar

die Brennbarkeit (brennen)

leicht/ schwer brennbar

6) die Wärmeleitfähigkeit
elektrischer Leiter/ Nichtleiter
elektrisch leitend/ nicht leitend



- zu Stoffgruppen zusammenfassen
- der Sand
- erhitzen
- formbar
- unterscheiden sich
- die Hitze

Следует отметить, что знакомство с современными технологиями изучения целевого языка дает студентам возможность более осознанно воспринимать процесс обучения и самим в нем активно участвовать. Таким образом, студенты приобретают необходимый им опыт работать с обучающими программами и инструментами, а также развивать межличностное и деловое общение в рамках профессиональной тематики, работая в парах и микрогруппах. В эпоху глобализации и цифровизации экономики исследователи выделяют следующие умения и компетенции XXI в.: *креативность и инновации* (creativity & innovation), *научные исследования и информация* (research & information), *коммуникация и сотрудничество* (communication & collaboration), *цифровое гражданство* (digital citizenship) [11].

Известно, что в силу возрастных особенностей студенты вуза, а в данном случае студенты инженерных специальностей, в большей степени ориентированы на чтение и перевод текстов по специальности, содержащих значительное количество терминов и специфических слов, а не на коммуникацию. В связи с этим использование метода лексико-грамматического картирования на основе работы с текстом по специальности достаточно эффективно и целесообразно при выполнении модульных заданий, выстраивая блоки по маршрутам: до чтения текста или информации (Before you read), при чтении (Reading Info), после чтения (After you read). После получения соответствующей информации и изучения лексико-грамматических единиц целевого языка следует обсуждение и монологические высказывания, которым предшествовали маршрутные указатели, где каждый мог раскрыть свои индивидуальные лингвистические и экстралингви-

стические способности. Еще один важный аспект этого метода – параллельно развивать *визуализацию* и *воображение*, а также *самостоятельно* разрабатывать свои маршруты по освоению определенной тематики по специальности. Принимаем во внимание тот факт, что современные студенты, так называемое поколение Z, почти полностью выросли в виртуальном мире компьютерной графики и приобщились к визуальным структурам. Они руководствуются командами «click»,водя курсором по стрелкам и указателям, мало пишут от руки и неохотно читают грамматические правила и описания, выше представленный метод лексико-грамматического картирования особенно актуален [12]. Ввиду того, что в среде студенчества в настоящее время преобладает именно поколение Z, интерес к визуально-картографическому методу весьма усилился.

Кроме того, совмещение чтения с последующей маршрутизацией языкового материала – это отличная практика, позволяющая перевести выученный лексико-грамматический материал из пассивной памяти в активный навык и развивать коммуникативную компетенцию [11, 13].

Среди зарубежных специалистов все больше обращаются к теории освоения целевого иностранного языка и гипотезам Стивена Крашена (Krashen St.), сформулированным в конце прошлого столетия. Он обратил внимание на то, что овладение языком (*Language acquisition*) и изучение языка (*Language learning*) – это разные понятия.

По мнению психолингвиста С. Крашена, освоение языка требует осознанного взаимодействия на целевом языке, т.е. в среде естественной коммуникации, в которой говорящие придают основное

значение не форме своих высказываний, а содержанию передаваемых и понимаемых сообщений [14].

Гипотеза различия между освоением и обучением (Acquisition-Learning distinction hypothesis) является основной в теории С. Крашена. По его мнению, следует выделять две системы функционирования второго языка: *освоенная система (Acquired system)*, где язык приобретается подсознательно, и *выученная система (Learned system)*, где индивид изучает язык через формальное обучение в классной аудитории [14]. Сегодня можно с уверенностью добавить – и за пределами аудитории, расширяя тем самым учебное пространство и используя современные гаджеты и системы дистанционного обучения в режиме онлайн.

При этом отметим гипотезу эмоционального фильтра (Affective filter hypothesis) С. Крашена, другими словами, гипотеза аффективного фильтра воплощает точку зрения психолингвиста на то, что «аффективные переменные» являются стимулом овладения вторым языком, а не его причиной. К этим *переменным* относятся: *мотивация, уверенность в себе, тревожность и личностные качества*. С. Крашен утверждает, что «обучающиеся с высокой мотивацией, уверенностью в себе, хорошей самооценкой, низким уровнем тревожности и экстраверсии лучше подготовлены к успешному овладению вторым языком. С другой стороны, позитивный аффект необходим, но не достаточен сам по себе, чтобы овладение имело место» [14, 15].

В представлении С. Крашена роль грамматики не столь велика: «...единственный случай, когда преподавание грамматики может привести к овладению языком (и овладению им профессионально), – это когда студенты проявляют интерес к предмету и целевой язык используется в качестве средства обучения» [14]. Возможность проекции привлекательных и неоднозначных идей и подходов С. Крашена в современных условиях, представляет, на наш взгляд, большой интерес в связи с появлением новых информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в обучении иностранным языкам.

Изучая и анализируя современные подходы и взгляды на эффективную организацию процесса изучения и овладения иноязычной профессиональной коммуникацией в вузе, принимая во внимание возрастные и психологические особенности студенческой аудитории, мы считаем, что метод лексико-грамматического картирования является одним из наиболее целесообразных в этом направлении.

Заключение

В заключение следует отметить, что метод лексико-грамматического картирования представляет собой действенный инструмент для развития профессионально ориентированной коммуникативной компетенции, семантически связанной с текстами и информацией по изучаемой тематике. Методологическая основа технологических маршрутов соответствует комплексной цели обучения и результатам освоения навыков и компетенций целевого языка. Промежуточные результаты тестирования по темам, включенным в рабочую программу по иностранному языку, указывают на необходимость совместной деятельности преподавателя и студента, поскольку это направление недостаточно представлено в технологическом аспекте в зарубежных и отечественных публикациях. Более того, из-за психологических барьеров, связанных с ошибками в речи, грамматику часто исключают из учебного материала в авторских методиках, делая основной акцент на «свободное» говорение. На наш взгляд, все языковые аспекты должны быть сбалансированы, так как каждый из них формируется и развивается в специально созданных для этого условиях.

Список литературы

1. Загашев И.О., Заир-Бек С.И. Критическое мышление: технология развития. СПб.: Изд-во Альянс «Дельта», 2003. 284 с.
2. Кругликов В.Н., Платонов Е.В., Шаранов Ю.А. Деловые игры и методы активизации познавательной деятельности. СПб.: П-2, 2006. 189 с.
3. Красинская Л.Ф. Приемы активизации мышления студентов на лекции // Альманах современной науки и образования. 2007. № 1. С. 123–125.
4. Белякова И.Е., Кечерукова М.А., Мурзина Ю.С. Взаимосвязь креативности и академической успеваемости по иностранному языку у студентов гуманитарного и технического профилей // Интеграция образования. 2020. Т. 24. № 3. С. 465–482.
5. Степанова С.Н. Активные методы обучения на занятиях по иностранному языку в вузе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 5–2. С. 181–184.
6. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б., Неудахина Н.А. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов. Учебное пособие: (Ч. 2). Барнаул, 2009. 232 с.
7. Бганцева И.В. Конструкты и специфические принципы реализации методической компрессии в системе иноязычной профессионально ориентированной коммуникативной подготовки студентов неязыкового вуза // Перспективы науки и образования. 2018. № 1 (31). С. 154–160.
8. Бганцева И.В. Развитие коммуникативной компетенции студентов-спортсменов с использованием метода картирования лексико-грамматического материала // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2012. № 1 (3). С. 195–199.
9. Бганцева И.В., Милованова Л.А., Суркова Е.В., Сентябрьев Н.Н. Методическая компрессия в системе ино-

язычной профессионально ориентированной коммуникативной подготовки студентов неязыкового вуза // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26862> (дата обращения: 23.04.2021).

10. Колесникова О.О. Выявление уровня запоминания по методике Г. Эббингауза на основании характерологических особенностей у студентов // Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки. Электронный сборник статей по материалам LVIII студенческой международной научно-практической конференции. 2017. С. 58–61.

11. Pakharukova V., Yankina E., Kokhtashvili N. Scenario Diversity in Autonomy for Foreign Language Learning:

Technical University Facilities. World of Science. 2017. V. 3. № 4 (44). P. 53–55.

12. Кулакова А.Б. Поколение Z: теоретический аспект // Вопросы территориального развития. 2018. № 2 (42). С. 1–10.

13. Пахарукова В.А. Компетентностный подход в стратегии обучения деловому иностранному языку // Современное общество, образование и наука. 2015. Ч. 14. С. 109–112.

14. Krashen S.D. Principles and Practice in Second Language Acquisition. Oxford: Pergamon, 1982. 212 p.

15. Калинина Т.Л. Гипотеза входного материала и гипотеза эмоционального фильтра Стивена Крашена // Наука и образование: новое время. 2017. № 3 (20). С. 497–502.

УДК 378:372.893

**ПРОБЛЕМЫ И ТРУДНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ»
(НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Болпонова А.Б.

*Академия государственного управления при Президенте Кыргызской Республики,
Бишкек, e-mail: bolponova@gmail.com*

Целью нашего исследования является выявить проблемы и трудности изучения дисциплины «Отечественная история» иностранными студентами. На обсуждение были выставлены следующие задачи: выявление основных проблем и сложностей при обучении исторической дисциплине иностранными студентами, рекомендация эффективных методов и технологий обучения. Новизна исследования заключается в проведении мониторинга знаний иностранных студентов, обучающихся в частных медицинских вузах г. Бишкек (Киргизская Республика). Методология проведения мониторинга заключалась в анализе результатов модульных оценок, полученных иностранными студентами при проведении диагностики их знаний. Как показал практический опыт, среди выявленных трудностей в обучении иностранных студентов отмечают их культурно-историческое отличие, а также различные подходы к школьной образовательной программе обучения. При изучении данного вопроса автор выделяет несколько тем, которые были хорошо освоены иностранными студентами: период современной отечественной истории XX-XXI вв., этнология киргизов. Автор анализирует знания студентов, которые при мониторинге показали низкие баллы: периоды древней и средневековой истории, советский этап. Автором предлагается при обучении «Отечественной истории» сделать акцент на элемент профессиональной направленности студентов. Рекомендовано несколько специальных методов обучения, эффективные технические инструменты, цифровые программы, которые будут способствовать получению качественного образования по дисциплине «Отечественная история».

Ключевые слова: экспорт образовательных услуг, восприятие учебного материала, проблемы и трудности обучения иностранных студентов, учебная дисциплина «Отечественная история», иностранные студенты медицинских вузов Кыргызской Республики, технические инструменты и цифровые программы обучения

**PROBLEMS AND DIFFICULTIES FOR TEACHING FOREIGN STUDENTS
THE ACADEMIC DISCIPLINE «NATIONAL HISTORY» (ON THE EXAMPLE
OF TEACHING IN MEDICAL UNIVERSITIES OF THE KYRGYZ REPUBLIC)**

Bolponova A.B.

*Academy of Public Administration under the President of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: bolponova@gmail.com*

The purpose of our research is to identify the problems and difficulties of teaching foreign students in the study of the discipline «National history». The following tasks were brought up for discussion: the identification of the major problems and difficulties of teaching foreign students the historical discipline, recommendation effective methods and technologies for teaching. The novelty of the research is to monitor the knowledge of foreign students, which studying in private medical institutions of Bishkek city (Kyrgyz Republic). The monitoring methodology consisted of analyzed the results of modul's assessments, received by foreign students in diagnostics of their knowledge. As practical experience has shown, among the identified difficulties in teaching foreign students, their cultural and historical difference is noted, different approaches to the school curriculum. In examining this issue, the author identifies several topics that have been well developed: period of modern National history of the 20th-21st centuries, ethnology of Kyrgyz. The author analyzes the knowledge of students who, in monitoring, showed low scores: periods of ancient and medieval history, the Soviet period. When learning «National history» author is invited to focus on the element of vocational guidance of students. The author recommended several special teaching methods, effective technical tools, digital programs that will promote quality education in discipline «National history».

Keywords: the export of educational services, perception of the teaching material, problems and difficulties for teaching foreign students, academic discipline «National history», foreign students of the medical universities, technical tools and digital learning programs

На сегодня одной из актуальных тем в образовательной системе Кыргызской Республики является обучение иностранных студентов. Не исключено, что это достаточно эффективная возможность экономического воздействия на бюджетную политику государства, создание положительного бренда для государства в предоставлении услуг, это подтверждает высокий уровень и высокий

статус вузов Кыргызстана, повышает актуальность обучения в данных учебных заведениях. В Кыргызской Республике количество студентов-иностранцев, которые учатся в вузах и на факультетах из стран ближнего и дальнего зарубежья, в 2018 г. насчитывало 16 534 человека [1], в 2019 г. – около 20 000 человек [2]. Всего в списке 64 страны, большинство иностранных студентов приез-

жают из Индии, Казахстана, Таджикистана, Пакистана. Студенты из разных религиозных конфессий, разного возрастного состава (от 17 до 37 лет), разный уровень образовательной среды – все это существенно усложняет преподавание, а тем более выработку специфичной методики обучения истории для иностранных студентов. На сегодня достаточно много литературы по методике обучения в области педагогики [3], истории [4], в особенности российской. Но хотелось бы сделать акцент на выработку и создание методического пособия, исходя из специфики преподавания «Отечественной истории» в киргизских вузах.

Большую часть иностранных студентов составляют студенты, которые обучаются в медицинских вузах и на факультетах республики. Ведущими медицинскими вузами и факультетами республики, которые предоставляют образовательные услуги в сфере медицины, являются 8 учебных организаций: Ошский государственный университет (ОшГУ), Международная высшая школа медицины (МВШМ), Азиатский медицинский университет, Киргизско-Российский Славянский университет, Киргизская государственная медицинская Академия (КГМА), Джалал-Абадский государственный университет, Международный медицинский университет (ММУ), «Салымбеков Университет».

В соответствии с Государственными образовательными стандартами студенты-иностранцы получают высшее профессиональное образование. В программу их обучения в качестве обязательного вузовского компонента входит учебная дисциплина «История Отечества». В вузах нашей страны изучение курса «Отечественной истории» является обязательным для всех слушателей. Практика преподавания данной дисциплины показывает, что студенты испытывают определенные трудности с восприятием и усвоением исторических знаний. Все это транслируется на итоговые оценки по данной дисциплине, на оценки, получаемые на государственных экзаменах. Также необходимо отметить, что такие факторы, как языковые, культурные, психологические, социально-коммуникативные, климатические, накладывают отпечаток на эффективное усвоение знаний. В связи с этим целью нашего исследования является выявление проблем в восприятии и обучении исторической дисциплине иностранных студентов. Задачами изучения проблематики являются: выявление основных проблем и сложностей при обучении исторической дисциплине иностранных студентов, рекомендация эффективных методов и технологий обучения.

Материалы и методы исследования

Во-первых, под названием «иностранцы» мы понимаем тех кто прибыл в Киргизскую Республику из стран ближнего и дальнего зарубежья, и чьи языками обучения являются русский, турецкий или английский. Но в рамках нашего исследования были привлечены иностранные студенты одного из частных медицинских вузов республики. В данном вузе обучаются студенты, прибывшие из Индии и Пакистана, владеющие английским языком. УМК по дисциплине «Отечественная история» охватывает аудиторных занятий – 24 ч., где лекции и семинарские занятия охватывают по 12 ч. В течение семестра, в конце обучения курса студенты сдают 2 модуля и итоговый экзамен. По окончании 5 курса иностранные студенты согласно учебной программе сдают Государственный комплексный экзамен по «Отечественной истории», который включает три предмета: «История Отечества», «География Киргизстана», «Киргизский (национальный) язык». Право выбора методов сдачи государственного экзамена остается прерогативой вуза. Практикуются устные сдачи экзамена (билетная система), тестовая форма контроля знаний.

Во-вторых, в мониторинге участвовало 176 студентов данного вуза (14 групп). Исследование охватило 1 год, с 2018 по 2019 г. Согласно учебному плану обучение по данной дисциплине проводится на I курсе программы бакалавриата. Согласно УМК дисциплины «Отечественная история» у студентов должны сформироваться социально-личностные, организационно-управленческие, информационно-аналитические компетенции. В качестве методологии исследования был использован мониторинг модульных оценок студентов при проведении диагностики их знаний. Основные темы учебно-методического комплекса дисциплины «Отечественная история» изложены в таблице.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты диагностики модульных оценок иностранных студентов вы видите на рисунке.

Прокомментируем полученные результаты, которые, на наш взгляд, свидетельствуют об особенностях восприятия, а также трудностях обучения дисциплине «Отечественная история» у иностранных студентов.

1. Ожидаемо, что иностранные студенты не изучали «Отечественную историю» страны пребывания. Они не имеют базовых знаний по истории своей страны.

вых школьных знаний по данной дисциплине, получали знания в другой культурно-исторической парадигме. Восприятие нашей страны, истории основано только на стереотипном представлении близких, друзей, преподавателей, которые агитировали за свой вуз в данных странах. Результаты проведенной диагностики оценок слушателей показали, что свыше 95% слушателей в силу специфики их учебных школьных программ не имели представлений о нашей стране, 20% из опрошенных проявили знания о существовании президента Российской Федерации, Российской Федерации, русской культуры. Поэтому на первой вводной лекции даются общие сведения об истории, этнологии, географии, культурно-исторических и туристических местах Киргизстана. Меньшая часть студентов имеет представление о нашей стране из современных политических, культурных событий (международные встречи на уровне государств, совместные культурные форумы).

2. Лучшими показателями у иностранных студентов по «Отечественной истории» были знания о периоде современной истории Отечества, о крупных государственных деятелях суверенного Киргизстана. К примеру, студенты смогли описать последние политические процессы Киргизстана: современные государственные реформы, отметили демократическую гражданскую активность населения Киргизстана, выделили крупных государственных деятелей в области политики, культуры, здравоохранения. К примеру, в гендерном разрезе как юноши, так и девушки одинаково отметили обеспечение гендерного равенства и расширенные права и возможности всех женщин и девочек в Киргизстане. Повышается интерес у слушателей, когда речь идет о между-

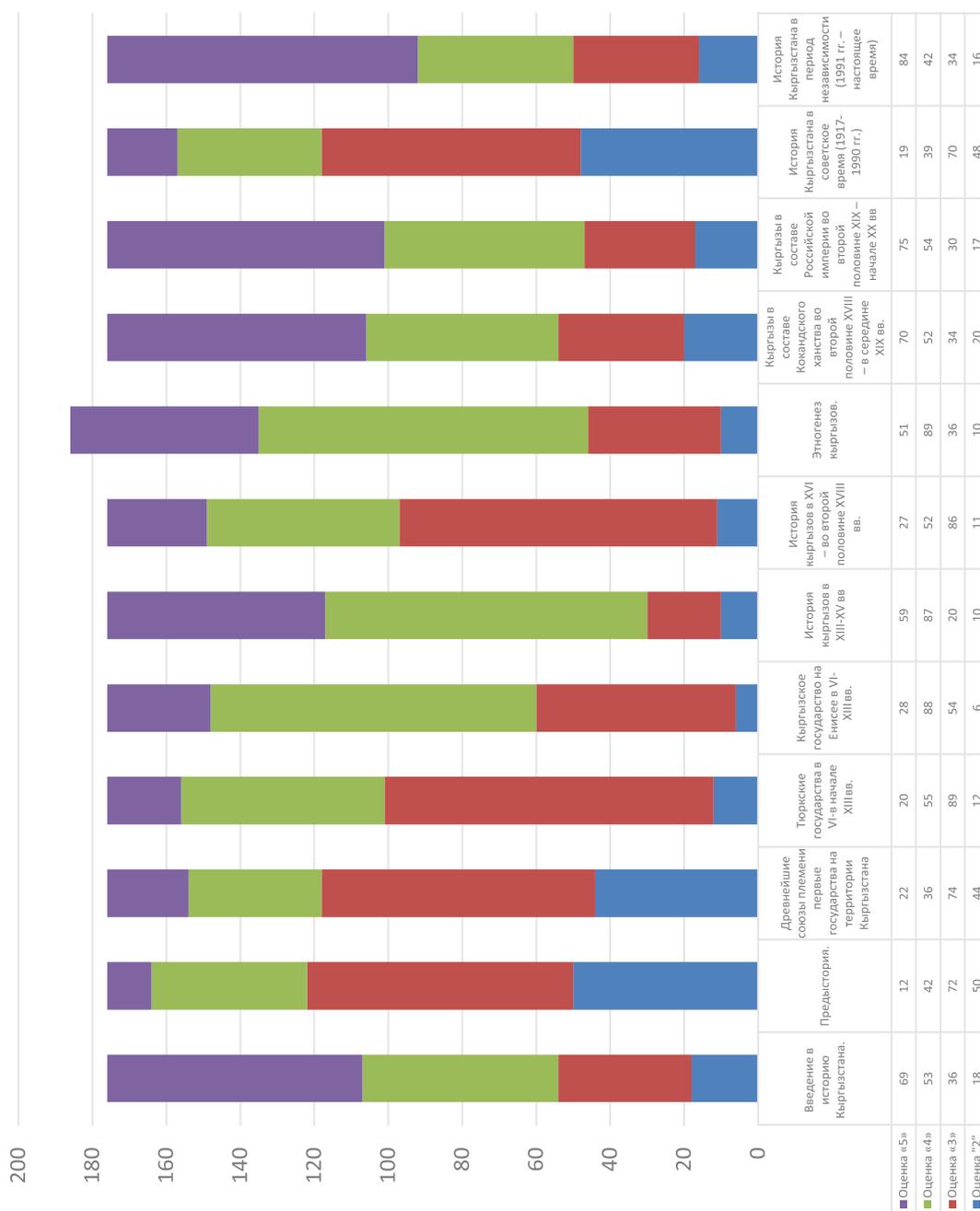
народных связях Киргизстана с Индией и Пакистаном.

3. Иностранные студенты показали отличные знания культуры, традиций и обычаев киргизского народа. Слушателей привлекла тема, посвященная этнографии киргизского народа: история происхождения киргизов, традиции и обычаи народа, история народной медицины, традиционная пища и еда.

4. Повышенный интерес у студентов вызвали сложные вопросы «Истории Отечества»: о национальной и религиозной идентичности киргизов, о процессе обретения национальной независимости. В частности, иностранных студентов привлекла тема истории религиозного вероисповедания. Для иностранных студентов из Пакистана (где 96% населения мусульмане) термины, относящиеся к мусульманской культуре Киргизстана XX–XXI вв., знакомы, вызвали только позитивные чувства. Задания по данной теме выполняли с проявленным интересом. У иностранных студентов Индии и Пакистана вопрос о национальной независимости киргизов вызывал неподдельный интерес. Предполагаем, что восприятие данной темы у них ассоциировалось со знаниями истории своего родного государства. Как мы видим, освещение данной темы представляет определенную сложность, так как затрагиваются национальные интересы двух народов, которые сохранили историческую память о трагических страницах собственной истории. Причина тому – разные религиозные воззрения и конфессии. Поэтому при изложении данного вопроса требуется тщательный подход к выработке методики и инструментов обучения, не акцентируя внимания на их собственной истории.

Перечень тем учебно-методического комплекса дисциплины «Отечественная история»

№ п/п	Темы
1	Введение в историю Киргизстана
2	Предыстория
3	Древнейшие союзы племен и первые государства на территории Киргизстана
4	Тюркские государства в VI – начале XIII в.
5	Киргизское государство на Енисее в VI–XIII вв.
6	История киргизов в XIII–XV вв.
7	История киргизов в XVI – во второй половине XVIII в.
8	Этногенез киргизов
9	Киргизы в составе Кокандского ханства во второй половине XVIII – в середине XIX в.
10	Киргизы в составе Российской империи во второй половине XIX – начале XX вв.
11	История Киргизстана в советское время (1917–1990 гг.)
12	История Киргизстана в период независимости (1991 гг. – настоящее время)
	Итого: 24 ч.



Результаты диагностики модульных оценок по дисциплине «Отечественная история»

5. При диагностике модульных оценок часть студентов показали отличные знания современной географии Киргизстана: называли наименования географических местностей, хорошо объясняли торговые связи Средневековья, указывали на карте места военных действий (войны XIII–XV вв. с войском Чингисхана и его наследниками).

6. Многие студенты обладали знаниями о Второй мировой войне, но знаний об Отечественной войне 1941–1945 гг. не выделяли. Мы предполагаем, что это специфика учебных обучающих образовательных программ зарубежных школ, а также зарубежной историографии.

7. Зарубежные студенты не владеют специальными терминами исторической дисциплины.

8. Для иностранных студентов огромную сложность составили топонимические названия территорий Киргизской Республики, имена крупных родоправителей и предводителей восстаний периода Средневековья и Нового времени, а также деятелей культуры советского времени.

9. Определенную трудность для них представляло изучение страниц политической истории XIX–XX вв.: о родоплеменных войнах, о восстании киргизов 1916 г., о сталинских репрессиях 20–30-х гг. XX в.

10. Есть разница в восприятии и получении знаний у иностранных студентов в разрезе социальной общности территориального типа – студенты крупных городов (в частности, столичные) и приезжие из сельских местностей. У российских исследователей также отмечается разница в восприятии материала студентами из различных республик [5]. Однако особенность, с которой столкнулись преподаватели в киргизских вузах, заключалась в том, что иностранные студенты крупных городов обладали более высокими знаниями, грамотным и «чистым» фонетическим произношением английского языка. Они могли выделять главную мысль текста, работать с кейсами, в тезисной форме заполнять конспект, работать самостоятельно с карточками, обобщать большого объема материал. В данную категорию также можно включить студентов, которые получили среднее школьное образование в Великобритании, США (из 14 групп – 3 студента). Данные студенты, становятся официальными лидерами групп, коммуникабельные, уверенные, могут задавать «неполиткорректные» вопросы по содержанию материала. Становятся субъектами лоббирования интересов своей группы.

Таким образом, выявленные проблемы восприятия исторической дисциплины

иностранными студентами, трудности обучения студентов требуют выработки специальных методов и технологий обучения иностранных студентов.

Выводы

1. В период отбора и подачи материала необходимо тщательно выделить ключевые моменты Отечественной истории. Согласно с мнением российских исследователей, что материал должен быть тщательно выверен, желательно с устоявшимися научными подходами и теориями, следует освещать те исторические периоды, которые формируют только позитивное отношение к Киргизстану [6, с. 214–218]. Следует избегать негативной трактовки политических процессов и драматических страниц истории.

2. Преподавателю нужно тщательно подбирать, оперировать и осуществлять контроль за терминологией, которая максимально может донести до иностранного студента всю целостность представленной теории, действия и решения государственных деятелей, оценки политических событий. Согласно с утверждением, что надо применять различные методы и технологии, которые будут доступны для восприятия и понимания менталитета изучаемого народа [7, с. 301–302]. В качестве метода обучения можно предложить создать или завести терминологический словарь (или лексический минимум) по каждой теме, за познание которого студенты могли бы заработать дополнительные баллы, улучшить свою оценку по дисциплине.

3. Надлежит при обучении учитывать специфику специальности иностранного студента: при обучении «Отечественной истории» сделать акцент на элемент профессиональной направленности слушателей. Все это следует отразить в учебной программе, в целях и задачах, в компетентностном подходе учебно-методического комплекса дисциплины (УМК). К примеру, в некоторых разделах истории, по мере соотношения материала, сделать акцент на историю народной медицины Киргизстана, на крупных научных исследованиях в сфере медицины. Уместно здесь использовать кино- и фотодокументы, видеосюжеты о достижениях и инновационных подходах, используемых в сфере медицины Киргизстана.

4. В качестве техники и инструментов преподавания следует выполнить: задания по проведению практических занятий, просмотр фотодокументов и учебных видео, интерактивные политические карты. Для улучшения восприятия истории желательно использовать сравнительную мето-

дику преподавания: схемы, гистограммы, таблицы. Важно для понимания задействовать визуальную картографическую память у студентов. В современный период при обучении нужно использовать информационно-технические достижения: цифровые программы и платформы обучения, создавать интерактивные игры, ребусы, кроссворды, озвучивание лекций, записывать аудио- и видеолекции. Лекционные и практические занятия проводить со ссылками на электронные адреса обучающих программ. Требуется издавать больше методических пособий по «Отечественной истории» для иностранных студентов, которые включили бы специфику преподавания.

Список литературы

1. Образование и наука в Кыргызской Республике, 2013–2017: Стат. Сбор // Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stat.kg/media/publicationarchive/96f08785-4102-4037-9650-bfe7315eaa68.pdf> (дата обращения: 27.04.2021).
2. Сколько в КР иностранных студентов и где они учатся – инфографика // Sputnik. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.sputnik.kg/infographics/20190626/1044836602/kyrgyzstan-obrazovanie-inostrannyye-studenty-vuz.html> (дата обращения: 28.04.2021).
3. Кох М.Н., Пешкова Т.Н. Методика преподавания в высшей школе: учебное пособие. Краснодар: Куб ГАУ, 2011. 150 с.
4. Каган М.С. Проблемы методологии гуманитарного познания. Избранные труды для вузов. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/book/problemy-metodologii-gumanitarnogo-poznaniya-izbrannye-trudy-438872> (дата обращения: 28.04.2021).
5. Павлюкова Ю.В., Дрягалова Е.А. Особенности социально-педагогической адаптации иностранных студентов в вузе (на примере арабских студентов в центре предвузовской подготовки) // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23732> (дата обращения: 02.04.2021).
6. Сушко А.В., Нагаев И.Б., Лидер Н.В., Иоаниди А.Ф. Особенности реализации дидактических принципов при обучении иностранных военных специалистов учебной дисциплине «История России» // Омский научный вестник. 2013. № 3 (119). С. 214–218.
7. Войтович А.В. Специфика преподавания истории России и страноведения иностранным студентам // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования: сб. трудов науч.-метод. конф. Томск: Изд-во ТПУ, 2013. С. 301–302.

УДК 796.011.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ МАРКЕТИНГОВОГО ПОДХОДА

¹Болтовский А.Ю., ²Попова Н.В., ³Валынкин Р.О., ³Шеенко Е.И.

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: boltovskiy-a@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: natalie-barnaul77@bk.ru;

³ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: sheenk@rambler.ru

В статье предложен сравнительный анализ результатов физического воспитания студентов вуза, осуществляемого по двум методикам: традиционным способом, где процесс физического воспитания строился на общепринятом подходе комплексного планирования и последующего освоения средств базовых видов физкультурно-спортивной деятельности, и экспериментальным способом, где процесс физического воспитания строился на основе маркетинговых исследований, позволивших учитывать интересы и потребности обучающихся в различных видах физкультурно-спортивной и оздоровительной деятельности. Суть экспериментальной методики заключалась в распределении студентов для занятий физическим воспитанием в группы согласно виду физкультурно-спортивной деятельности, интересующего студентов и обозначенного ими в рамках маркетинговых исследований: спортивной-игровой, гимнастической, атлетической, аэробной, спортивно-боевой направленности. На основе маркетингового подхода к организации физического воспитания происходило формирование потребности в самостоятельном использовании различных компонентов физической культуры. Были проанализированы результаты около 1500 студентов вторых и третьих курсов АлтГТУ им. И.И. Ползунова, изучавших дисциплину «Физическое воспитание» в очной форме и предварительно распределенных на две группы: экспериментальную и контрольную. На основе результатов анкетирования, бесед и опроса педагогическому анализу были подвергнуты следующие показатели: мотивация и заинтересованность занятиями физической культурой; динамика показателей привлекательности и удовлетворенности занятиями физической культурой.

Ключевые слова: физическое воспитание, самостоятельная физкультурная активность, маркетинговые исследования, потребность, физкультурно-спортивная деятельность

RESULTS OF PHYSICAL EDUCATION OF UNIVERSITY STUDENTS BASED ON THE MARKETING APPROACH

¹Boltovskiy A.Yu., ²Popova N.V., ³Valynkin R.O., ³Sheenko E.I.

¹Kuban State University, Krasnodar, e-mail: boltovskiy-a@mail.ru;

²Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: natalie-barnaul77@bk.ru;

³Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, e-mail: sheenk@rambler.ru

The article offers a comparative analysis of the results of physical education of university students, carried out according to two methods: the traditional method, where the process of physical education was based on the generally accepted approach of integrated planning and subsequent development of basic types of physical education and sports activities, and the experimental method, where the process of physical education was based on market research, which allowed to take into account the interests and needs of students in various types of physical culture and sports and recreational activities. The essence of the experimental method consisted in the distribution of students for physical education classes in groups according to the type of physical culture and sports activities that students are interested in and designated by them in the framework of marketing research: sports-game, gymnastic, athletic, aerobic, sports-combat orientation. On the basis of the marketing approach to the organization of physical education, the need for independent use of various components of physical culture was formed. The results of about 1,500 students of the 2nd-3rd courses of the I.I. Polzunov AltSTU, who studied the discipline «Physical education» in full-time and were previously divided into two groups: experimental and control groups, were analyzed. Based on the results of questionnaires, interviews and surveys, the following indicators were analyzed: motivation and interest in physical education; dynamics of attractiveness and satisfaction with physical education.

Keywords: physical education, independent physical activity, marketing research, need, physical culture and sports activities

Анализ многочисленных источников по проблемам повышения качества образования в сфере физического воспитания учащейся молодежи [1–3] и собственные многолетние исследования привели нас к мысли внедрения элементов и инструментов маркетинга в процесс физического воспитания студентов вуза [4, 5], заключающийся в сегментировании обучающихся в соответствии с их запросами на конкретные виды физкультурно-оздоровительных услуг.

Предварительные мероприятия по организации физического воспитания в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова (далее – АлтГТУ) предполагали изучение физкультурно-образовательной среды вуза и интересов потребителей (студентов), а также выявление их потребностей в различных видах физкультурно-оздоровительных услуг, предоставляемых как непосредственно в вузе, так и вне образовательной организации.

Данный подход позволил подойти к распределению студентов для занятий по физической культуре в группы по одному из видов физкультурно-спортивной деятельности, интересующих обучающихся и обозначенных ими в рамках маркетинговых исследований: спортивной-игровой, гимнастической, атлетической, аэробной, спортивно-боевой направленности. На основе маркетингового подхода к организации физического воспитания происходило формирование потребности в самостоятельном использовании различных компонентов физической культуры и здорового образа жизни [6, 7].

Цель исследования заключалась в сравнительном анализе результатов физического воспитания студентов, осуществляемого в вузе традиционным способом, где процесс физического воспитания строился на общепринятом подходе комплексного планирования и последующего освоения средств базовых видов физкультурно-спортивной деятельности, и экспериментальным способом, где процесс физического воспитания строился на основе маркетинговых исследований, позволивших учитывать интересы и потребности обучающихся в различных видах физкультурно-спортивной и оздоровительной деятельности.

Материалы и методы исследования

На основе результатов анкетирования, бесед и опроса педагогическому анализу были подвергнуты следующие показатели:

заинтересованность занятиями физической культурой; мотивация занятий физической культурой; динамика показателей привлекательности занятий физической культурой; удовлетворенность студентов занятиями физической культурой.

В исследовании были задействованы 1387 студентов второго и третьего курсов АлтГТУ им. И.И.Ползунова, изучавших дисциплину «Физическое воспитание» в очной форме и предварительно распределенных на две группы: экспериментальную и контрольную (ЭГ – 678 студентов и КГ – 709 студентов).

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ результатов физического воспитания, реализуемого в течение одного учебного года (с сентября 2020 по апрель 2021 г.), показал очевидную эффективность работы со студентами, построенную на основе использования элементов и инструментов маркетинга. Так, распределение студентов в физкультурные группы, исходя из их интересов в сфере физкультурно-оздоровительных и спортивно-массовых услуг [8], а также их потребностей в различных видах физкультурно-спортивной деятельности дало свои результаты уже на первых порах эксперимента.

Рассмотрим для примера такой контрольный показатель, как «заинтересованность студентов занятиями физической культурой» (табл. 1).

Таблица 1

Динамика результатов заинтересованности студентов занятиями физической культурой (%)

№ п/п	Критерий заинтересованности студентов	Период	ЭГ (n = 678)	КГ (n = 709)
1	Физическая культура – необходимый предмет	До	15,9	15,2
		После	69,2	24,3
2	Знания по физической культуре пригодятся им в будущей работе	До	18,4	16,3
		После	71,8	26,2
3	Регулярно занимаются различными видами спорта	До	17,3	18,1
		После	59,3	27,3
4	Видят смысл и находят пользу в определенных видах занятий ФК	До	20,1	20,8
		После	81,4	33,5
5	Интересуются компонентами физической культуры и здорового образа жизни	До	26,2	24,7
		После	80,9	31,9
6	Хотят активно использовать средства физической культуры в повседневной деятельности, а также повышать уровень своей физической подготовленности	До	35,0	34,3
		После	82,4	37,1
7	Слабое здоровье не позволяет заниматься	До	17,2	18,1
		После	0	24,6

Результаты показателей заинтересованности студентов занятиями физической культурой в начале исследования показали, что только 15,9% от числа опрошенных ЭГ считают физкультуру необходимым предметом, а 18,4% полагают, что опыт физической культуры пригодится им в профессиональной деятельности. В КГ считают ФК необходимой дисциплиной лишь 15,2% студентов и 16,3% имеют представление о том, что без физической культуры в профессиональной деятельности будет довольно сложно. Следует отметить, что среди студентов ЭГ только 17,3% регулярно занимались различными видами физкультурно-спортивной деятельности, в КГ таких студентов было выявлено 18,1%. Видели смысл и пользу в определенных видах занятий физической культурой только 20,1% в ЭГ и 20,8% в КГ, интересовались компонентами физической культуры и здорового образа жизни 26,2% опрошенных ЭГ и 24,7% студентов КГ. Хотели бы активно использовать средства физической культуры и спорта, а также повышать уровень своей физической подготовленности 35,0% студентов в ЭГ и 34,3% в КГ, а слабое здоровье не позволяет заниматься 17,2% от общего числа опрошенных в ЭГ и 18,1% студентов в КГ. После физического воспитания, организованного в экспериментальных группах с учетом интересов обучающихся и их потребностей в сфере физкультурно-спортивных услуг, нами был достигнут значительный скачок в формировании заинтересованности студентов занятиями физической культурой, как в самостоятельной ее форме, так и в организованной форме в условиях академического занятия. Так, из данных табл. 1 видно, что по всем семи показателям в ЭГ были достигнуты значительные сдвиги в диапазоне от 42,0% (в третьем критерии – «Регулярно занимаются различными видами спорта») до 61,3% в критерии «Видят смысл и находят пользу в определенных видах занятий ФК». В контрольных группах изменения произошли, но несущественные – в диапазоне от 2,8% до 12,7%.

По результатам опроса очевидно, что заинтересованность студентов экспериментальных групп в занятиях физической культурой существенно возросла, так как ценность самостоятельной физкультурной активности как в бытовой, так и в профессиональной деятельности стала студентами осознаваема с позиции подачи необходимой информации обучающимся через понимаемые и приемлемые ими физкультурно-спортивные средства. В контрольных группах, несмотря на все старания профессорско-преподавательского со-

става в формировании заинтересованности в средствах физической культуры результата не последовало, по-нашему мнению, по причине изначального отсутствия интереса к тому материалу физического воспитания, который, как считают студенты им «навязывают».

Изучение мотивации занятий физической культурой по результатам анкетирования студентов подтвердило высказанное нами предположение о необходимости построения физического воспитания с учетом интересов обучающихся и их потребностей в сфере физкультурно-спортивных услуг.

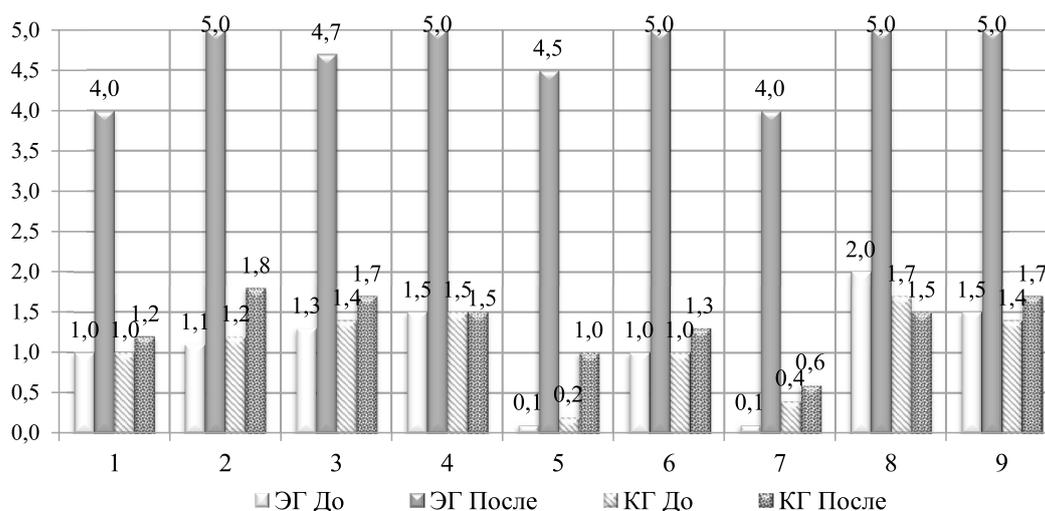
В начале учебного года путем опроса и бесед со студентами было выявлено, что внешняя отрицательная мотивация к занятиям физической культурой занимала ведущую позицию. Студенты мотивируют свои посещения академических занятий физической культурой стремлением избежать в очевидной форме нежелательных последствий к окончанию семестра (неаттестация), а также возможных конфликтных ситуаций с преподавателем, куратором, деканатом и пр.

Интерес представляет динамика внешней отрицательной мотивации за период учебного года в КГ и ЭГ. Так, если на начало эксперимента в КГ 49,9% студентов посещали дисциплину с целью избегания проблем с зачетом и конфликтов с преподавателем физической культуры (в ЭГ таких было обнаружено 50,9% студентов), то к окончанию данного исследования в КГ изменили свое отношение к дисциплине в лучшую сторону лишь 1,2% студентов, а в ЭГ данная динамика составила 47,1%. То есть в контрольных группах половина студентов посещает занятия по физической культуре только потому, что они – обязательные для аттестации, а в экспериментальных группах 98,2% студентов посещают дисциплину осознанно и без отсутствия какого-либо дискомфорта (табл. 2).

Показателем внешней мотивации в настоящем исследовании выступал такой мотив, как «стремление попасть в число успевающих студентов». Аттестация по дисциплине «Физическое воспитание» в общем количестве дисциплин, изучаемыми студентами в вузе, хотя и не имеет решающей роли (вес дисциплины равен всего 0,01 (!) в общем рейтинге дисциплин), но для многих студентов является принципиальным иметь хорошую аттестацию по дисциплине. Так, если в начале учебного года данный показатель был характерен для 26,7% респондентов ЭГ, то к окончанию учебного года он стал равен 43,7%. В КГ динамика произошла несущественная – 3,2%.

Таблица 2
Динамика мотивации занятий студентами физической культурой (%)

№ п/п	Виды мотивации	Период	ЭГ (n = 678)	КГ (n = 709)
1	Внутренняя	До	22,4	24,7
		После	54,5	22,7
2	Внешняя положительная	До	26,7	25,4
		После	43,7	28,6
3	Внешняя отрицательная	До	50,9	49,9
		После	1,8	48,7



Динамика привлекательности занятий физической культурой по результатам ответов студентов обеих групп (в баллах)

Условные обозначения: 1 – влияют на здоровый образ жизни; 2 – ориентируют на физическое самосовершенствование; 3 – способствуют самовыражению личности; 4 – способствуют проявлению чувства удовлетворения вследствие успешного выполнения заданий; 5 – ведут к удовлетворению потребности в самореализации; 6 – возникает осознание ценности здоровья; 7 – возникает чувство самоуважения в связи с осознанием крепости здоровья; 8 – способствуют росту возможных контактов со сверстниками из других групп; 9 – воодушевляют вследствие признания и поддержки со стороны преподавателя

Анализ внутренней мотивации, характеризующей в ЭГ возможности самореализации в физкультурной деятельности посредством морального и эмоционального удовлетворения от процесса участия в академических занятиях избранным видом физкультурно-спортивной деятельности, а также осознания возможности совершенствования своих психофизических качеств и укрепления собственного здоровья, показал динамику, более чем в два раза превышающую первичный показатель в 22,4%. К окончанию исследования внутренняя мотивация была зафиксирована на уровне 54,5%. У студентов КГ показатель внутренней мотивации ухудшился с 24,7% до 22,7%, что говорит об отсутствии удовлетворения желаний повышения своих воз-

можностей и укреплении здоровья традиционными средствами, а именно на основе регламентированных базовых средств физкультурно-спортивной деятельности.

Исследуя мнение студентов о привлекательности занятий физической культурой как показателе эффективности применяемых нами подходов в планировании и организации данных занятий в ЭГ, авторы обнаружили количественное и качественное повышение по всем критериям, которые предлагались студентам для самоанализа. Динамика результатов за период эксперимента в ЭГ и КГ представлена на рисунке. На рисунке видно, что в КГ разницы между начальными и конечными показателями не обнаружено. Вместе с тем в ЭГ данная динамика довольно существенна.

Таблица 3

Динамика удовлетворенности студентов академическими занятиями физической культурой (в %)

№ п/п	Уровень проявления удовлетворенности	Период	ЭГ (n = 678)	КГ (n = 709)
1	Очень низкий	До	5,2	4,1
		После	0	4,9
2	Ниже среднего	До	9,3	10,7
		После	0	19,9
3	Средний	До	51,2	53,1
		После	21,7	58,2
4	Выше среднего	До	33,1	28
		После	62,1	12,8
5	Высокий	До	1,2	4,1
		После	16,2	4,2

Средний показатель динамики привлекательности занятий физической культурой в ЭГ за период исследования при максимальной оценке в 5 баллов изменился с 1,07 до 4,69 баллов ($p < 0,05$), тогда как в КГ этот показатель изменился на 0,28 балла ($p > 0,05$). Вследствие очевидной динамики количественных показателей привлекательности занятий физической культурой у студентов ЭГ можно быть уверенным, что выбранный путь формирования самостоятельной физкультурной активности на основе элементов и инструментов маркетинга является правильным. На основе маркетингового подхода организованный процесс физического воспитания способствует не только осознанию необходимости и пониманию пользы занятий, но и прочувствованию эффективности как академических, так и самостоятельных занятий физической культурой, сказывающихся не только на здоровье и физическом развитии, но и проявляющихся в самоактуализации и самоуважении занимающимися собственной личности.

Изучение полученных данных на основе результатов исследования по показателю «Удовлетворенность студентов занятиями физической культурой» дает основание говорить, что на начало исследования контрольная и экспериментальная группы были однородными (табл. 3). В результате реализации физического воспитания на основе учета интересов студентов и их потребностей в сфере физкультурно-спортивных услуг, в ЭГ произошла определенная трансформация удовлетворенности физкультурными занятиями. Вместе с тем у студентов КГ, с которыми занятия физической культурой были организованы традиционным методом, похожих изменений не обнаружено.

Итак, по завершению исследования у студентов ЭГ обнаружена не только удовлетворенность занятиями физической культурой, но и готовность к продолжению физкультурной деятельности в выбранном направлении на основе конкретного вида физкультурно-спортивной деятельности. Из табл. 3 видна динамика степени удовлетворенности у студентов ЭГ, где на момент контрольного опроса с низким и очень низким уровнем удовлетворенности показатели не обнаружено. Показатель удовлетворенности в физической культуре «Выше среднего» увеличился за учебный год почти в два раза (с 33,1% до 62,1%; $p < 0,05$), а высокий уровень удовлетворенности положительно изменился с 1,2% до 16,2% ($p < 0,05$). В контрольной группе динамика по некоторым уровням удовлетворенности не наблюдалась, а таких уровнях, как «Выше среднего» и «Ниже среднего» существенно изменилась отрицательно, что подтверждает описанное выше мнение студентов об отсутствии мотивации к занятиям физической культурой, непониманию и отсутствию осознания их значимости и необходимости.

Заключение

На основе результатов маркетингового исследования в сфере физического воспитания студентов вторых и третьих курсов можно констатировать, что итоги экспериментального применения маркетингового подхода к организации физического воспитания обучающихся вузов оказались продуктивными, а результаты исследования показали эффективность физического воспитания, осуществляемого с учетом интересов студентов и их потребностей в физкультурно-спортивных услугах, предоставляемых образовательной организацией. По итогам эксперимента обнаружено

осознание студентами экспериментальной группы необходимости академических и самостоятельных занятий физической культурой, подтверждаемой очевидной и стойкой динамикой таких показателей, как мотивация и заинтересованность занятиями физической культурой; динамика показателей привлекательности и удовлетворенности занятиями физической культурой.

На основе полученных результатов экспериментальной работы можно утверждать, что формирование у студентов вуза потребности в самостоятельной физкультурной активности будет успешным, если процесс физического воспитания планировать и осуществлять на основе использования элементов и инструментов маркетинга.

Список литературы

1. Климов В.М., Айзман Р.И. Динамика физической подготовленности студентов при организации физического воспитания в условиях свободного выбора физкультурно-спортивной специализации // Профессиональное образование и занятость молодежи: XXI век. Проблема опережающей подготовки кадров для российской экономики (региональный аспект): материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 45–48.
2. Махьянова А. Проявление мотивов физкультурно-спортивной деятельности у студентов вуза в процессе физического воспитания // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета: сборник статей. Ответственный редактор А.В. Коричко. 2018. С. 241–243.
3. Гаврилик М.В. Эффективность физического воспитания студентов в условиях интегрированной воспитывающей физкультурно-спортивной среды // Актуальные проблемы спортивной подготовки, оздоровительной физической культуры, рекреации и туризма. Адаптивная физическая культура и медицинская реабилитация: инновации и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию УралГУФК. 2020. С. 28–33.
4. Коваленя В.И. Психологический анализ спроса и предложения услуг в сфере физической культуры: дис. ... канд. психол. наук. Санкт-Петербург, 2002. 198 с.
5. Голубев А.И., Голубева Г.Н. Физкультурно-спортивные интересы и отношение студентов к физической культуре // Особенности организации физкультурно-оздоровительной деятельности в вузах на современном этапе социально-политического развития России: материалы Международной научно-методической конференции, посвященной XXXI-летним Олимпийским играм. 2016. С. 71–76.
6. Мельничук А.А. Формирование основ самостоятельной физкультурно-спортивной деятельности у студентов в процессе физического воспитания в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тула, 2013. 27 с.
7. Пономарев В.В., Лимаренко О.В., Минченков К.А. Технология формирования самостоятельной физкультурно-спортивной деятельности у студентов в процессе физического воспитания в вузе: материалы VI международной научно-практической конференции. 2015. С. 135–138.
8. Шарипова Д.Т. Выбор студентами вуза физкультурно-спортивной специализации в процессе физического воспитания с учетом индивидуально-типологических особенностей: научные труды магистрантов и аспирантов Нижневартковского государственного университета. Отв. ред. А.В. Коричко. Нижневартовск, 2017. С. 502–507.

УДК 378.183(571.13)

ВОЛОНТЕРСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗЕ

**Винья-Тальянти Я., Есмурзаева Ж.Б., Демидова О.В.,
Куламихина И.В., Абросимова Е.А.**

*ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет», Омск,
e-mail: jacopo.vignataglianti@gmail.com, yesmurzaeva@mail.ru,
demol12@mail.ru, irakula@yandex.ru, abrosimova@inbox.ru*

Статья посвящена текущему состоянию добровольчества в Российской Федерации и деятельности студенческих волонтерских центров. Цель исследования – представить общую картину добровольчества в России через пять лет после его первой институционализации с учетом юридического статуса добровольцев и их социального восприятия. Понятие добровольчества введено в российское законодательство Федеральным законом № 15-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)» (с изменениями и дополнениями), содержание которых обобщено в статье. После краткого анализа текущего социального восприятия волонтерства особое внимание уделяется деятельности Ассоциации волонтерских центров (АВЦ), основанной в 2015 г. как непосредственный результат вовлечения волонтеров в зимнюю Олимпиаду 2014 Сочи. В работе перечислены основные задачи, стоящие перед Ассоциацией. На примере волонтерского центра «Глобус» Омского ГАУ показаны основные направления добровольческой деятельности и описаны реализуемые в настоящее время программы АВЦ с учетом их вклада в развитие и распространение добровольчества в Российской Федерации. Реализация проектов показывает разносторонний характер деятельности АВЦ вообще и волонтерского центра «Глобус» в частности. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о достижениях в реализации заявленной миссии. В заключение авторы отмечают, что сформированные студентами-волонтерами компетенции помогут успешно самоопределяться и реализовывать себя в изменяющемся мире, а также стать социально активными и толерантными гражданами.

Ключевые слова: волонтерство, юридический статус, Ассоциация волонтерских центров, Омский ГАУ, волонтерский центр «Глобус»

VOLUNTEERISM AS AN ELEMENT OF EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

**Vigna-Taglianti J., Esmurzaeva Zh.B., Demidova O.V.,
Kulamikhina I.V., Abrosimova E.A.**

*Omsk State Agrarian University, Omsk, e-mail: jacopo.vignataglianti@gmail.com,
yesmurzaeva@mail.ru, demol12@mail.ru, irakula@yandex.ru, abrosimova@inbox.ru*

The article deals with the current status of volunteering in the Russian Federation and the activity of students' volunteering organizations. The aim of the research is to offer an overall picture of volunteerism in Russia after five years from its first institutionalization, taking into account the juridical status of volunteers and their social perception. The concept of volunteerism was introduced into Russian legislation by Federal Law No. 15-FL «On the introduction of modification in different regulatory acts of the Russian Federation regarding volunteerism (volunteering)», the content of which is summarised in the article. After a brief analysis of the current social perception of volunteering, particular attention is devoted to the activity of the Association of Volunteer Centres (AVC), founded in 2015 as a direct result of the involvement of volunteers in the 2014 Sochi Winter Olympics. The main tasks faced by the Association are enumerated in the article. The authors also describe the main focus areas of the AVC activity and the programs which are currently being implemented based on the example of the Volunteer Centre «Globus». The implementation of the projects shows the versatile nature of the AVC activities in general and the Volunteer Centre «Globus» in particular. The reported data, obtained during the present research, testify the achievements obtained in accomplishing its mission. In conclusion, the competencies formed by volunteer students will help them fulfill their own potential in a changing world, as well as become socially active and tolerant citizens.

Keywords: volunteerism, legal status, Association of Volunteer Centres, OmSAU, Volunteer Centre «Globus»

Трансформация образования, как вызов времени, касается всех направлений деятельности вузов Российской Федерации. Сегодня в основные образовательные программы должны быть включены рабочие программы воспитания, календарные планы воспитательной работы и соответствующие формы аттестации [1]. Программы воспитания направлены на личностный рост студента, создание условий для развития более зрелой, автономной, способной

к быстрой адаптации к профессиональной деятельности, конкурентоспособной, творческой, осмысленной и продуктивной личности будущего профессионала, гражданина своей страны, несущего солидарную ответственность за все процессы, в том числе касающиеся социальной сферы [2]. Умение принимать посильное участие в решении вопросов местного сообщества актуализировано в добровольческой (волонтерской) деятельности.

В последние десятилетия волонтерство стало трендом по всему миру. В Российской Федерации на государственном уровне активно поддерживается развитие волонтерских проектов и практик. Отметим, что волонтерство как вид деятельности традиционно практиковалось в российском обществе и государственности в течение многих веков [3]. Однако модернизация волонтерских практик получила развитие только в 2014 г. во время организации и проведения Зимних Олимпийских Игр в Сочи, когда волонтерская программа Сочи-2014 дала стране уникальный опыт в организации масштабных мероприятий. Первым прямым следствием этого важного события для российского волонтерства стало создание Ассоциации волонтерских центров (АВЦ), которая координирует и реализует программы государственного уровня по развитию и продвижению волонтерской практики на всей территории Российской Федерации [4]. Еще одним ключевым моментом в новейшей истории российского волонтерства стало провозглашение Президентом В.В. Путиным 2018 года Годом добровольцев. Эти факторы обусловили дальнейшее распространение и продвижение такого рода деятельности среди гражданского общества.

Цели исследования: охарактеризовать текущее положение добровольчества в Российской Федерации, выявить его основные тенденции и перспективы, определить вклад Ассоциации волонтерских центров (АВЦ) в развитие и распространение добровольческой деятельности среди гражданского общества, проанализировать деятельность волонтерского центра «Глобус» Омского ГАУ.

Материалы и методы исследования

Отправной точкой исследования является описание текущего состояния добровольчества в современной России с точки зрения действующих законов и нормативных документов, определяющих юридический статус добровольца в границах Российской Федерации и ее субъектов.

Вторая часть исследования представлена оценкой деятельности АВЦ по истечении пяти лет с момента его основания. В ходе анализа рассмотрены основные тенденции добровольческой деятельности в России, пропагандируемые политикой АВЦ, а также передовой опыт Ассоциации в содействии развитию добровольчества на местном, региональном уровнях на примере волонтерского центра «Глобус» Омского ГАУ.

С целью определения концептуальных рамок исследования изучена литература

по концепции добровольчества [5–7], о его социальных и правовых аспектах как на национальном, так и на международном уровнях [8–10], о его влиянии на личности и общество [11–13] и о различных передовых практиках и опыте волонтерства [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Правовой статус добровольцев. Волонтера, в его общем значении, можно определить как человека, у которого есть желание помогать другим людям. В своём исследовании Деккер и Халман [5] выделяют три основные характеристики деятельности добровольца: его необязательность, его благотворное воздействие на других (общество в целом или более или менее специфическую его часть), и его неприбыльность. Они полагают, что добровольчество часто происходит в организованном контексте. В этом смысле некоторые формы волонтерства присутствуют в России уже много веков [3]: в Киевской Руси множество людей выполняли добровольные работы в монастырях, в то время как дети могли посещать бесплатные школы, финансируемые благотворителями. Изначально строго связанное с религиозным учреждением добровольчество приняло более институционализированную форму в XVIII–XIX вв., когда несколько организаций и учреждений стали систематически оказывать помощь другим. После Октябрьской революции советские власти пропагандировали форму контролируемого государством добровольчества, которая была одновременно добровольной и обязательной. Такой вид деятельности оставался широко распространенным после распада СССР в 1991 г. Однако правильная система волонтерства в ее нынешней концепции прослеживается только с 2014 г., когда в рамках Зимних Олимпийских Игр 2014 года в г. Сочи был основан первый корпус добровольцев. Стремление волонтеров, участвовавших в столь масштабном мероприятии, продолжить свою деятельность получило полную поддержку со стороны правительства и президента В.В. Путина, что вскоре привело к необходимости законодательного регулирования добровольческой деятельности в стране.

Несмотря на то, что на территории РФ уже действовали различные местные и федеральные нормативные акты о добровольческой деятельности и других подобных мероприятиях [10], законодательная основа добровольчества в России представлена Федеральным законом № 15-ФЗ «О внесении изменений в различные нормативные акты Российской Федерации в части добро-

вольчества (волонтерства)» от 05 февраля 2018 г. [14]. Этот закон впервые ввел понятие «волонтерство», четко выделив его из благотворительной деятельности. В соответствии с ним добровольчество должно пониматься как безвозмездное осуществление работ и/или оказание услуг в тех же целях, что и в благотворительной деятельности. В ФЗ перечислены как права, так и обязанности добровольцев; он также регламентирует компенсацию, которую добровольцы должны получать в обмен на свою работу (например, организаторы могут покрывать транспортные расходы, обеспечивать проживание и питание, обмундирование и другую одежду, необходимое оборудование, медицинское страхование и т.д.) и взаимодействие между государственными органами и добровольцами. Также предусмотрено создание единой электронной системы, направленной на содействие развитию добровольческой деятельности по всей стране. И, наконец, он позволяет религиозным учреждениям привлекать добровольцев к своей деятельности.

Социальный аспект добровольчества. Что касается социального восприятия добровольчества, то социологические исследования показали растущую готовность населения России включиться в этот вид деятельности. В частности, статистические данные, собранные Ассоциацией волонтерских центров, показывают, что 88% граждан России убеждены, что добровольчество приносит пользу обществу, 17% хотят заниматься волонтерской деятельностью, 15% считают себя волонтерами. Большой вклад в популяризацию добровольчества среди гражданского общества внес 2018 г., который Президент РФ В.В. Путин провозгласил Годом добровольца. Год добровольца помог заложить основу для общей трансформации волонтерства в глазах общественного мнения, направленной на повышение вовлеченности граждан России в такого рода деятельность и избавление от негативных стереотипов, которые к ней привязаны (например, многие по-прежнему считают волонтерство просто неоплачиваемой работой, другие считают, что добровольцы делают то, что делают, ради славы или, еще хуже, ради денег, и т.д.).

В результате сегодня количество граждан, занимающихся добровольной деятельностью, не только возросло, но волонтерское сообщество стало более разнообразным. Подавляющее большинство российских добровольцев по-прежнему представлено молодыми людьми в возрасте 14–30 лет (1 из 3), активно занимаются волонтерством люди среднего возраста (в возрасте 30–40 лет)

и так называемые «серебряные» волонтеры (в возрасте 55+). Среди других интересных статистических данных тот факт, что 59% российских волонтеров – женщины, 42% получили высшее образование, а 1 волонтер из 10 в настоящее время является студентом [4]. Основные мотивы вовлечения в волонтерство представлены готовностью помогать другим (58%), решать конкретные задачи (14%) или возвращать предполагаемый «долг за полученное добро» (12%), при этом одни признаются, что стали волонтерами для удовольствия (17%), развлечений (12%), конкретных навыков (5%) или новых знакомых (4%) [15].

Опыт АВИЦ. Важнейшую роль в постоянном развитии добровольчества в России играют мероприятия по продвижению, проводимые Ассоциацией волонтерских центров. Главная задача заключается в «создании условий и инфраструктуры волонтерских центров для раскрытия человеческого потенциала и укрепления культуры добровольчества как естественного жизненного стандарта общества, в котором каждый человек принимает участие в его позитивном развитии» [4]. Ассоциация основана после Зимних Олимпийских Игр 2014 года в г. Сочи, когда было принято решение о содействии дальнейшему развитию добровольчества в России через систему образования. Первоначально Ассоциация включала сеть из 25 высших учебных заведений и 1 колледжа. В настоящее время в ее состав входят 1016 организаций в 83 регионах и более 1 миллиона добровольцев по всей стране. Основные задачи можно сгруппировать по следующим направлениям:

- создание инфраструктуры для развития добровольчества;
- поддержка социальных проектов, распространение передового опыта и сотрудничество с молодежными лидерами;
- разработка и реализация образовательных программ и методическое обеспечение в сфере добровольчества;
- повышение социального статуса и престижа добровольцев среди гражданского общества [4].

Благодаря АВИЦ волонтерские организации получили возможность стать организаторами важнейших национальных программ, участвовать в крупных мероприятиях на местном, региональном, национальном и международном уровнях, а также вносить вклад в общее развитие добровольчества в России.

Опыт Омского ГАУ. В Омском государственном аграрном университете сегодня успешно реализуются как федеральные проекты АВИЦ, так и региональные

и собственные. Волонтерский центр (ВЦ) «Глобус» под руководством координатора О.В. Демидовой осуществляет работу по следующим направлениям: *социальное; экологическое; охрана здоровья и пропаганда здорового образа жизни; донорство; гражданско-патриотическое воспитание молодежи; пропаганда толерантности и гармонизации межэтнических отношений в молодежной среде; пропаганда семейных ценностей; событийное добровольчество; международное добровольчество; цифровое волонтерство; зооволонтерство; медиаволонтерство.* Указанные направления постоянно расширяются.

Так, общее количество мероприятий АВЦ, в которых ВЦ «Глобус» принял участие в 2020 г., составило более 50.

В рамках Всероссийского конкурса «Доброволец России», который является частью платформы «Россия – страна возможностей», было подано 15 заявок от ВЦ «Глобус», 10 из них прошли конкурсную оценку на региональном этапе; координатор ВЦ стала призёром в номинации «Организатор добровольчества» с проектом «Волонтерский центр "Глобус" ФГБОУ ВО Омский ГАУ», в рамках которого в 2021 г. будет реализован ряд добровольческих акций и образовательная программа по социальному проектированию на базе университета. К участию в программе «СВОИ» были привлечены 250 участников. Программа стартовала в апреле 2019 г. с целью расширения сети студенческих волонтерских организаций и повышения их эффективности, а также для поддержки и тиражирования их лучших практик. Также 1011 волонтеров зарегистрировались на портале DOBRO.RU.

Программа «Волонтеры культуры» возникла после проведения Всероссийского

образовательного форума «Таврида» в августе 2018 г., когда участники предложили создать новое движение социально активных граждан, готовых к реализации волонтерской деятельности в сфере культуры. Основными задачами, стоящими перед новообразованным движением, являются интеграция волонтерства в музеи, библиотеки, театры, кинотеатры, другие учреждения культуры, сохранение культурного наследия, популяризация культуры среди молодых поколений, реализация социально значимых культурных проектов и так далее. По данным 2020 г. ВЦ «Глобус» организовал съемку серии видеосюжетов о музеях г. Омска на итальянском, английском, русском языках.

Международная программа АВЦ «Волонтеры мира» направлена на интеграцию национального и международного волонтерства и представляет собой концептуальное наследие XIX Всемирного фестиваля молодежи и студентов, который состоялся в г. Сочи в 2017 г. Программа включает в себя различные приоритетные направления, в том числе создание международного сообщества добровольцев, поддержку и развитие международных проектов, продвижение проектов обмена и мобильности, а также формирование непрерывного обучения и образования в области добровольчества. В рамках этого направления в 2020 г. ВЦ «Глобус» осуществлял сотрудничество с организациями соотечественников, проживающих за рубежом, «Молодежь в движении».

Что касается мероприятий, организованных самостоятельно, то в 2020 г. их было организовано более 60. Основные направления и мероприятия представлены в таблице.

Перечень мероприятий ВЦ «Глобус» за 2020 г.

№ п/п	Направление	Мероприятие
1	Экологическое и зооволонтерство	Дни единых действий «Про отходы»; выезд в приют «Омские хвостики»
2	Гражданско-патриотическое воспитание молодежи	Урок мужества, государственности и патриотизма в Омском ГАУ; онлайн-игра «История запомнит навсегда»; соревнования «Богатыри земли русской», посвященные дню защитника Отечества; патриотическое мероприятие «Полоса препятствий»
3	Охрана здоровья и пропаганда здорового образа жизни	Образовательная программа «Спорт-волонтер»; товарищеские соревнования по мини-футболу
4	Событийное	Академия лидеров молодежного крыла национальных НКО «Шаг навстречу»; мастер-класс по культуре речи в рамках проекта «Социальный навигатор»
5.	Социальное	Помощь в посещении спектакля «Боинг» маломобильным; посещение дома-интерната для престарелых и инвалидов; посещение «Адаптивной школы № 6»; акция «Ветеран живет рядом»; пикник для особенных детей

При реализации основных задач, стоящих перед ВЦ «Глобус», выполняется систематическое повышение качества компетенций волонтеров посредством участия в вебинарах, форумах, тренингах, мастер-классах, организованных Ассоциацией волонтерских центров и других добровольческих организаций. Кроме того, волонтеры Омского ГАУ принимают участие в качестве экспертов. Так, в 2020 г. они выступили на VIII форуме по профилактике экстремизма среди молодежи «Все свои» при поддержке Министерства образования Омской области и администрации Центрального административного округа города; пленарном заседании форума «Омская область – территория, свободная от экстремизма (терроризма)»; форуме «Завтра начинается сегодня».

Перечисленные выше программы иллюстрируют многогранный характер деятельности волонтерского центра в его миссии по поощрению добровольчества на всех уровнях, начиная с местных и заканчивая глобальными, свидетельствуют об успехах в достижении основных целей и задач. Привлечение к волонтерской деятельности студенческого сообщества соответствует воспитательной задаче университета в части осуществления подготовки своих выпускников не только как профессионалов с развитым научным, творческим и лидерским потенциалом, способных успешно самоопределяться и реализовывать себя в изменяющемся мире, но и как социально активных, толерантных граждан, патриотов родного края и отрасли.

Заключение

Несмотря на недавнее появление, добровольчество в России за последние пять лет достигло удовлетворительного уровня развития. Официально введенное в российское законодательство понятие «волонтер» определяет права и обязанности волонтеров и четко отличает волонтерство от других благотворительных видов деятельности. Кроме того, изменилось социальное восприятие добровольчества; его престиж повысился, в то время как статистические данные об информации и готовности включиться в него прогнозируют дальнейшее расширение добровольческой сети в стране. Анализ цифр и программ, связанных с деятельностью Ассоциации волонтерских центров, свидетельствует о росте волонтерского движения на национальном уровне, его высокоразвитом и комплексном характере и перспективах дальнейшего развития. Волонтерский центр «Глобус» Омского ГАУ выполняет в полном объеме поставленные перед ним задачи. Полученные студента-

ми-волонтерами компетенции помогут им, как будущим специалистам, успешно самоопределяться и реализовывать себя в изменяющемся мире и стать социально активными и толерантными гражданами.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» от 31.07.2020 № 304-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358792/ (дата обращения: 12.04.2021).
2. Рассохина И.Ю., Аршинова Е.В., Билан М.А. Волонтерская деятельность как средство формирования профессионально значимых компетенций студентов вуза // Профессиональное образование в России и за рубежом 2017. № 2. С. 114–121.
3. Биякова Е.А., Демидович Е.А. К вопросу об истории возникновения волонтерства // Вестник науки и образования 2019. № 15 (69). С. 73–74.
4. Устав Ассоциации волонтерских центров (новая редакция). Москва, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://221324.selcdn.ru/avc-prod-media/backend/file/8d81bfb170e8455f8546902481c8f0a4/%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2_2019.pdf (дата обращения: 12.04.2021).
5. Dekker P., Halman, L. Volunteering and Values; an introduction. In Dekker, P., & Halman, L. (Eds.), *The values of volunteering: Cross-cultural perspectives* (pp. 1–17) 2003. New York, NY: Springer. DOI: 10.1007/978-1-4615-0145-9.
6. Бадаева Н.Н., Осипова Н.В. Социальная активность молодежи: волонтерство и добровольчество // Казанский социально-гуманитарный вестник 2018. № 2 (31). С. 9–13.
7. Ленков С.Л., Мацюк Т.В. Сравнительный системный анализ феноменов добровольчества и волонтерства // Системная психология и социология 2018. № 1 (25). С. 95–109.
8. Lukka P., Ellis A. An exclusive construct? Exploring different cultural concepts of volunteering. *Voluntary Action*. 2001. No. 3 (3). P. 87–109.
9. Kolomok O.I., Krapivensky A.S. Pedagogical and Sociological Aspects of Youth Volunteering. *World Applied Sciences Journal*. 2013. No. 23 (10). P. 1330–1333. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.10.13158.
10. Бобракова Н.В. Правовой статус добровольца (волонтера) в свете изменений законодательства Российской Федерации по вопросам добровольчества (волонтерства) // Сборник материалов международной конференции «XXII Царскосельские чтения» (г. Санкт-Петербург, 23–24 апреля 2018). СПб.: Издательство Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина, 2018. С. 56–63.
11. Meier S., Stutzer A. Is Volunteering Rewarding in Itself? *IZA Discussion Papers*. 2004. No. 1045. P. 2–32. [Electronic resource]. URL: <http://hdl.handle.net/10419/20280> (date of access: 23.04.2021).
12. Kumar S., Calvo R., Avendano M., Sivaramakrishnan K., Berkman L.F. Social support, volunteering and health around the world: Cross-national evidence from 139 countries. *Social Science & Medicine*. 2012. No. 74. P. 696–706.
13. Биглова Г.Ф., Житкевич Г.Я., Познякевич В.Н. Феномен волонтерства как социальная инновация и ее экономический эффект // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: исторические науки и археология, экономические науки, юридические науки. 2017. № 5. С. 60–64.
14. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам добровольчества (волонтерства)» от 05.02.2018 № 15-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289772/ (дата обращения: 12.04.2021).
15. Isaeva E.A., Sokolov A.V. Formation of the Volunteering Institute in Russia as an Indicator of the Civil Society Development. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Vol. 6. No. 25. P. 402–408. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n2s5p402.

УДК 37.01

ПРОФИЛАКТИКА САМОРАЗРУШИТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ

Вайткене О.В.

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», Калининград,
e-mail: OVaitkene@kantiana.ru*

В статье рассмотрены некоторые результаты исследования подростков группы риска, склонных к саморазрушительному поведению, и их родителей. С помощью диагностических методик выявлены факторы активизации саморазрушения, наиболее влиятельными из которых оказались потребность в самоутверждении и особенности воспитания в семье. На основе нескольких направлений просоциального поведения сформирована и реализована в течение года на базе государственного учреждения социальной помощи Программа профилактики саморазрушения и коррекции психологическими и педагогическими методами. В частности, использование в качестве основы Программы концепции социального содействия П.Б. Торопова позволило изменить три показателя у подростков: эмоциональное состояние, знания о саморазрушении и его функции в психике и направленность на саморазрушение. С помощью шкальной методики, позволяющей оценить три типа здоровья подростков (физического, психологического и социального), которые сопровождалось совместно врачами, специалистами по социальной работе, психологами и педагогами, были обследованы подростки и их родители до и после реализации Программы. Использование математических методов позволило выявить достоверные различия в группе подростков по большинству исследуемых показателей. При этом выявлен ряд условий, которые снижают результативность разработанной Программы: отсутствие навыков самоконтроля у подростков и возможностей у родителей их формировать, недостаточная поддержка подростков в просоциальной активности родителями и педагогами, затяжное профессионально-личностное самоопределение, интолерантность, влияние молодежных сетевых кумиров на ценности подростков.

Ключевые слова: саморазрушительное поведение, саморазрушение, самореализация, социальное содействие, подростки

PREVENTION OF SELF-DESTRUCTIVE BEHAVIOR OF ADOLESCENTS: RESULTS AND PROBLEMS

Vaytkene O.V.

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, e-mail: OVaitkene@kantiana.ru

The article discusses some of the results of a study of at-risk adolescents prone to self-destructive behavior and their parents. With the help of diagnostic methods, the factors of activation of self-destruction were revealed, the most influential of which turned out to be the need for self-affirmation and the peculiarities of upbringing in the family. On the basis of several areas of pro-social behavior, a program for the prevention of self-destruction and correction by psychological and pedagogical methods was formed and implemented during the year on the basis of a state institution of social assistance. In particular, the use of the concept of prosocial cooperation by P.B. Toropov, made it possible to change three indicators in adolescents: emotional state, knowledge about self-destruction and its function in the psyche and focus on self-destruction. Using a scale methodology that allows assessing three types of adolescent health (physical, psychological and social), which were accompanied jointly by doctors, social work specialists, psychologists and educators, adolescents and their parents were examined before and after the implementation of the Program. The use of mathematical methods made it possible to identify significant differences in the group of adolescents for most of the studied indicators. At the same time, a number of conditions were identified that reduce the effectiveness of the developed Program: the lack of self-control skills in adolescents and the ability of parents to form them, insufficient support of adolescents in prosocial activity by parents and teachers, prolonged professional and personal self-determination, intolerance, the influence of youth network idols on the values of adolescents.

Keywords: self-destructive behavior, self-destruction, self-realization, prosocial cooperation, adolescents

Современные реалии таковы, что на человека воздействует множество внешних факторов, оказывающих влияние на его эмоциональное состояние и психику. Проблему представляет то, что модели саморазрушительного поведения часто примеряют на себя подростки, психика которых продолжает формироваться на этапе обучения в средней школе и в старших классах.

Распространение среди подростков в последнее время получает тенденция, связанная с суицидами. Сначала дети таким образом стараются привлечь к себе внимание,

когда демонстративно наносят себе увечья. Если с ребенком не будут проработаны его проблемы, то велик риск того, что очередная попытка суицида у него закончится летальным исходом.

Детско-юношеский суицид не снижается значительно, в 2019 г. погибло более 430 детей по всей России. Точное количество детей, которые не довели свою попытку до конца, неизвестно. Распространение среди подростков приобретает прием наркотиков, отказ от приема пищи с целью похудения, уход в деструктивные организа-

ции вроде сект для изменения образа жизни и мышления [1].

В профилактике саморазрушительно-го поведения в настоящее время прогресс не наблюдается ярко. Это связано со многими факторами, часть из которых очень трудно преодолеть, например продолжающийся процесс выбора и становления национальных ценностей, рассмотрение саморазрушения с медицинской точки зрения, социально-экономическая ситуация [2].

Отмечается, что изменения в поведении замечаются чаще педагогами, чем родителями, но о них практически не говорят одноклассники, так как могут не испытывать никакой опасности в отношении товарища, который в один момент вдруг изменил свое поведение.

Несмотря на то, что исследований по сходной тематике проводится достаточно много, большинство из них не идут дальше констатаций [3], теоретического изложения намерений [4] или внедрения программ для особых групп [5]. Несмотря на то, что уже накоплен опыт реализации региональных программ [6], активного внедрения их в работу учреждений образования или социальной помощи не ведется.

К теоретическим проблемам исследования можно отнести и то, что само понятие саморазрушительного поведения еще не до конца определено содержательно. Так и по отношению к научной сфере (медицина, психология, педагогика, социальная помощь) [7].

Прикладная проблема нашего исследования может быть сформулирована в следующем тезисе: несмотря на разнообразие методов коррекции саморазрушительного поведения, их результативность не всегда соответствует требованиям. При этом низкая заинтересованность самих подростков в модификации поведения противопоставляется не всегда референтной группе учителей и родителей, которые используют в основном методы поощрения и наказания, без реальных и приемлемых для подростков альтернатив.

Этому способствует рассмотрение саморазрушающего поведения как расстройства, т.е. сферы деятельности здравоохранения (наличия многих видов саморазрушения в справочнике МКБ-10).

Целями нашего исследования было внедрение и оценка результативности системы межведомственной профилактической работы с подростками группы риска и подверженными саморазрушению на уровне государственного учреждения.

С учетом того, что существует несколько типов саморазрушительного поведения,

мы предположили, что его профилактику следует проводить на основе специально разработанной концепции, учитывающей особенности каждого вида поведения [8]. Саморазрушающее поведение в подростковом возрасте рассматривается самими подростками как самоутверждающее. В результате этого оценка взрослых не является для них референтной, а оценка сверстников может базироваться на сходных подростковых ценностях. Мы считаем, что профилактикой саморазрушительного поведения подростков должны заниматься не только участники воспитательно-образовательного процесса, но и представители социума. Мы предполагали, что результативной основой профилактики может быть модификация системы представлений о самоутверждающем поведении у самих подростков. Мы видели успешную социально-психологическую адаптацию подростка как результат нашей Программы.

Материалы и методы исследования

Эмпирическое исследование проводилось на базе ГБУСО КО «Центр социальной помощи семье и детям». В данном Центре семьи с детьми получают различные социальные услуги, в том числе психологические. В ходе психологической работы с гражданами выделились группа клиентов со сходной проблематикой. Подростки в возрасте 14–16 лет обращались с проблемами в поведении, которое в дальнейшем характеризовалось как саморазрушительное поведение. Эти подростки не состояли на психиатрическом учете. Кроме различных типов саморазрушительного поведения их объединяло еще и то, что они характеризовали свои отношения с родителями как «сложные».

В эмпирическом исследовании в качестве испытуемых принимали участие дети в возрасте 14–16 лет, у которых при первом обследовании наблюдались признаки саморазрушительного поведения, а также их родители и другие родственники, с которыми они постоянно проживают. Всего респондентов 72 (31 подросток и 38 членов семей подростков).

В исследовании использовались: опросник К. Леонгарда в адаптации Г. Шмишека («Методика изучения акцентуаций личности», 1970 г.) и формализованное интервью с подростками и их родителями (15 вопросов со шкальной оценкой показателей, позволяющих получить достаточно полную картину о наличии саморазрушающего поведения, особенностях активности родителей в его коррекции, представлениях родителей о возможных сферах самореали-

зации подростка). Девять вопросов второй методики оценивали уровень проявления саморазрушения в трех сферах: физическое здоровье, психологическое здоровье и социальное здоровье.

Первый опросник позволил нам связать поведение и акцентуации личности, что необходимо при реализации психологического и педагогического воздействия, а второй – понять ситуацию развития в ближайшем окружении подростка.

Нами разработана Программа сопровождения подростков, которая включает в себя пять блоков:

1. Диагностический: его цель выявить индивидуальные и социальные предикторы саморазрушающего поведения и предложить индивидуальную программу коррекции поведения.

2. Психологический: в ходе его реализации формировалась доверительная атмосфера взаимодействия между подростком, педагогами и родителями.

3. Педагогический: заключающийся в ознакомлении подростка с основами теории социального содействия, определении места и функций подростка в микрогруппе и социуме, а также обучении подростка методам эффективного достижения целей.

4. Социально-психологический: практический, в ходе которого создавались условия для самореализации подростка в социально одобряемой активности, формирования его результативного и положительно эмоционально оцениваемого опыта в условиях поддержки референтной группы.

5. Рефлексивный: заключительный, необходимый для оценки изменений в состоянии, знаниях и изменениях в поведении подростка экспертной группой специалистов учреждения, учителями и родителями.

Основой реабилитации являются некоторые положения, теоретические концепции социального содействия, разработанные П.Б. Тороповым в 2014 г. и успешно реализованные в педагогическом процессе [9] и социальной сфере [10].

Типичными примерами просоциальной активности могут быть: социально-экологическая активность (связанная с противодействием загрязнения окружающей среды), социально-культурная активность (реализация в решении проблем взаимодействия с представителями иных этносов), социально-правовая активность (заклЮчающаяся в защите собственных прав и прав иных лиц, чаще своих друзей), социально-оценочная активность (позволяющая выработать независимые оценки личностной результативности), социально-целевая активность (организуемая жизненное целе-

полагание), социально-прогрессивистская активность (выражающаяся в формировании понимания содержания социального прогресса), социально-нравственная активность (предотвращающая социальную пассивность и безответственность), социально-экономическая активность (в виде предпринимательства и противодействия бедности), а также социально-воспитательная активность, реализуемая в виде передачи ценностей другим.

Формами реализации просоциальной активности могут также стать дополнительное образование, увлечение спортом, профессиональное самоопределение, участие в работе специальных клубов и сообществ.

Результаты исследования и их обсуждение

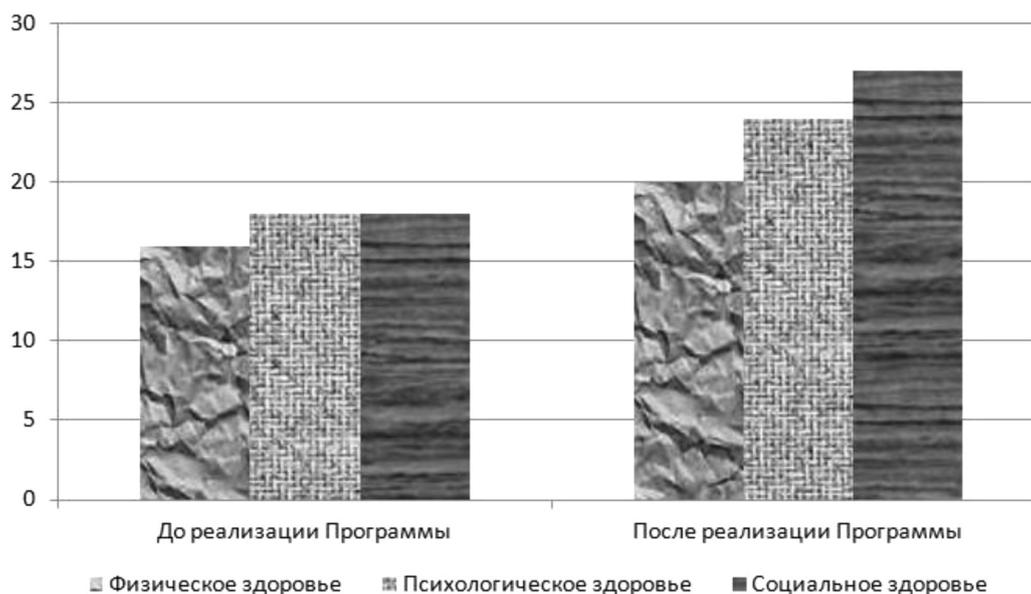
В результате реализации Программы в течение года (2018–2019) и диагностики мы установили, что неумение (или нежелание) родителей организации совместного поиска пути самоактуализации и выбора формы самореализации подростка, а также отсутствие с их стороны интереса к собственной активной жизни и внеучебной жизни своего ребёнка может послужить фактором развития саморазрушительного поведения.

Можно констатировать два типа предикторов: независимые, личностные, т.е. акцентуации темперамента и характера (по К. Леонгарду – Г. Шмишеку), а также зависимые, межличностные, т.е. опыт и оценку собственной и сторонней просоциальной активности родителями.

В связи с этим упор в профилактике саморазрушительного поведения предлагается сделать на два фактора: перенос самореализации подростка на социально значимую (и одобряемую социумом в настоящее время) активность и формирование у близкого круга подростка (друзья и родители) установки на поддержку определенного спектра социальной активности.

Полученные нами с помощью нормализованного интервью (с элементами шкальной техники) данные позволили констатировать изменения ситуации в группе подростков.

В частности, отмечаются изменения в самооценке психологического здоровья и значительные изменения в состоянии социального здоровья. В первом случае это выражается в повышении уверенности в себе, в поддержке родителей и социума, а также в комфортном самочувствии. Во втором – в наличии реальных социальных связей, планировании собственной жизни с учетом поддержки социума, активное взаимоотношение с социумом, направленное на его развитие (просоциальная активность).



Графическое отражение различий в группе реализации Программы

Графическое отражение различий в уровнях здоровья в группе реализации Программы представлено на рисунке.

Использование U-критерия Манна – Уитни (при распределении признака в выборке отличающегося от нормального) показало, что:

– различия по признаку «физическое здоровье» можно считать достоверными, однако при $p \leq 0,05$ ($U_{\text{эмп}} = 340,5$, $U_{\text{крит}} = 314$ и 365);

– различия по признаку «психологическое здоровье» можно считать достоверными, при $p \leq 0,01$ ($U_{\text{эмп}} = 122$);

– различия по признаку «социальное здоровье» можно считать достоверными, при $p \leq 0,01$ ($U_{\text{эмп}} = 27,5$);

Мы считаем, что недостаточная достоверность различий по первому признаку связана с самим показателем. В него вошли признаки физических самоповреждений (наличие шрамов, пирсинга, татуировок), которые невозможно изменить за время коррекционно-воспитательной работы с подростком.

Опыт работы с подростками позволяет констатировать наличие нескольких проблем, которые снижают результативность реализации разработанной нами Программы. Это говорит о том, что психологические проблемы саморазрушения уже достаточно хорошо изучены [11], а социально-психологические и педагогические требуют дальнейшего изучения.

С той позиции интересны полученные нами следующие результаты. Многие дети

не представляют своего будущего, не могут определиться с профессией, выбрать себе увлечение по душе и т.д. В данной работе активное участие должен принимать педагог и психолог, а результаты, с соблюдением этических принципов, должны доводиться до родителей, что подтверждают исследования иных авторов [12]. С учетом того, что в подростковом возрасте происходит самоопределение, подросткам важно предоставить информацию о том, кем они могли бы стать в жизни и какую профессию приобрести при соответствии определенным критериям. На базе школы могут проводиться открытые уроки с известными и уважаемыми людьми – военными, инженерами, писателями и т.д. На таких уроках можно было бы выстроить культурный диалог между подростками и известной личностью. Каждый новый гость, приглашенный на открытый урок, – отдельная личность и представитель отдельной профессии. Чтобы прийти к успеху, этой личности пришлось проделать определенный путь. Следование правилам и требованиям позволило этой личности успешно пройти процесс социализации, получить образование и специальность, построить карьеру и т.д. Поэтому цель открытых уроков должна сводиться к обмену опытом, к оказанию помощи для детей в самоопределении.

Важный дополнительный момент заключается в обучении детей контролировать свои эмоции и поведение. Для этого следует проводить специальные тренинги, чтобы научить детей совладать со стрессом.

Полезно обучение этому и родителей, поскольку с увеличением учебной нагрузки дети все больше отдаляются от них, большую часть времени проводят в школе и учреждениях дополнительного образования. Невозможно представить себе эффективную профилактику саморазрушительного поведения без проведения индивидуальной работы с подростками и их родителями.

Серьезную проблему представляют публичные личности, которыми восхищаются подростки и которым они стараются подражать. К сожалению, многие публичные личности не формируют у подростков направленность на здоровый образ жизни и психологическое здоровье. В интернет-пространстве фактически отсутствует цензура, разрешено употреблять запрещенные вещества и алкоголь на камеру, вести образ жизни, который не совпадает с представлениями о правильном образе жизни.

Подросткам гораздо проще принять своих кумиров такими, какие они есть, попытаться перенять их привычки, манеру общения и т.д., чтобы стать максимально похожими на них. В рамках профилактики нужно заниматься патриотическими воспитанием подростков, рассказывать им об истинных героях истории, их биографии и т.д. Педагогу важно и самому подавать правильный пример – быть культурным и вежливым, не демонстрировать приверженность вредным привычкам.

Заключение

Саморазрушительная модель поведения в современном обществе, к сожалению, достаточно распространена и проявляется в двух аспектах – индивидуальном и межличностном. Индивидуальное поведение более изучено, во многом основывается на низших потребностях индивида (пища, секс, безопасность, неуверенность в завтрашнем дне и т.п.) или упрощенного понимания и способах реализации высших потребностей (поддержка, любовь, уважение и т.п.). Менее изучен аспект саморазрушения в сфере межличностных отношений. В частности, тенденцией последнего времени становится частое проявление агрессии по отношению друг к другу. При этом эта агрессия не является защитно-мотивированной, но носит демонстративный характер и поддерживается в молодежных субкультурах.

Мы считаем, что работа по профилактике саморазрушения, особенно в подростковом возрасте, может строиться на основе механизма переключения. Потенциал активности, поиска смыслов, опора на базовые ценности, в сочетании с желанием внимания, оценки и принадлежности к зна-

чимой группе, может служить психологической базой для реализации разработанной нами программы. При этом в рамках профилактики необходимо обращать внимание на воспитание в подростковой среде толерантного отношения к представителям других национальностей, веры и индивидуальных различий.

Обратила на себя внимание и иная выявленная нами тенденция – родители и учителя не всегда и полностью поддерживают предлагаемые направления просоциальной активности. В частных высказываниях они предпочитают более «спокойные и выраженные в учебе» виды активности.

Мы считаем, что полученные нами данные и выводы можно и необходимо использовать педагогам и психологам общеобразовательных школ, работникам учреждений социального обслуживания, психологам подростковых центров и родителям подростков для организации коррекционно-воспитательной работы с ними.

Список литературы

1. Ипатов А.В. Психология аутодеструктивного поведения подростков: монография. М., 2019. 288 с.
2. Резапкина Г.В. Саморазрушительное поведение: причины и профилактика // Академический вестник Академии социального управления. 2017. № 2 (24). С. 18–24.
3. Груздева М.А., Короленко А.В. Поведенческие факторы сохранения здоровья молодежи // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 41–51.
4. Бутова М.В. Причины развития отклоняющегося поведения несовершеннолетних: коррекция и профилактика // Вестник Воронежского института МВД России. 2019. № 2. С. 271–274.
5. Карпушкина Н.В., Конева И.А. Профилактика девиантного поведения у подростков с интеллектуальной недостаточностью // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 15–39.
6. Миков П.В., Истомина Е.С. Профилактика вовлечения детей в деструктивное и саморазрушительное поведение в сети Интернет: опыт Пермского края // Безопасное детство как правовой и социально-педагогический концепт: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием для студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и специалистов в рамках Недели науки на факультете правового и социально-педагогического образования ПГПУ. 2017. С. 91–94.
7. Вангородская С.А. Самоохранительное поведение: проблема содержания понятия в отечественной социологии // Среднерусский вестник общественных наук. 2017. Т. 12. № 4. С. 20–29.
8. Ипатов А.В. Психология аутодеструктивного поведения подростков: монография. М., 2019. 288 с.
9. Горопов П.Б. Результат педагогического эксперимента: социальное содействие как технология просоциального образования // Известия Балтийской государственной академии рыбопромышленного флота: психолого-педагогические науки. 2018. № 1 (43). С. 98–103.
10. Горопов П.Б., Левинская Н.Б. Готовность специалистов учреждения социального обслуживания к управлению социальным содействием клиентов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. № 11. С. 79–84.
11. Симаева И.Н., Бударина А.О., Хитрюк В.В., Вайткене О.В. Психологические предикторы бродяжничества подростков // Клиническая и специальная психология. 2019. Т. 8. № 4. С. 107–122.
12. Горобец Т.Н. Акмеологическая коррекция и профилактика аутодеструктивного поведения: учеб.-метод. пособие / Под общ. ред. А.А. Деркача. М., 2015. 138 с.

УДК 372.881.111.1

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩЕГО ВРАЧА КАК ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Всеволодова А.Х.

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: anna.vsevolodova@szgmu.ru

Настоящая работа посвящена вопросам актуализации и планирования содержательных аспектов иноязычного образования будущих врачей на современном этапе. Автор анализирует действующие требования государства и профессиональных сообществ к результатам обучения дисциплине «Иностранный язык» в медицинском вузе, определяет основные изменения, затронувшие эту область в связи с введением ФГОС последнего поколения по специальности 31.05.01 «Лечебное дело», обозначает потенциал дисциплины «Иностранный язык» в формировании профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции в процессе обучения будущих специалистов в сфере здравоохранения. На основании анализа научно-методических трудов отечественных и зарубежных исследователей в области лингводидактики автор уточняет понятие «профессионально-ориентированная иноязычная коммуникативная компетенция будущего врача», дает детальное описание структурных компонентов этого феномена, представляет типичные ситуации профессионального общения врача-специалиста, соотносит основные группы коммуникативных знаний, умений и навыков, а также личностных качеств и ценностей, которые необходимо сформировать в рамках выделяемых ситуаций профессионального общения. В заключение автор представляет механизмы реализации результатов актуализации содержания профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача, которые включают модернизацию тематического плана рабочей программы дисциплины «Иностранный язык», а также разработку и внедрение в образовательный процесс интерактивного модуля, расположенного на локальной образовательной платформе СЗГМУ им. И.И. Мечникова.

Ключевые слова: коммуникативная компетенция, профессионально-ориентированная иноязычная коммуникативная компетенция будущего врача, дисциплина «Иностранный язык» в медицинском вузе, коммуникация в медицинской сфере

SUBSTANTIVE ASPECTS OF FUTURE DOCTOR'S PROFESSIONALLY-ORIENTED COMMUNICATIVE COMPETENCE AS A GOAL OF ENGLISH LANGUAGE TEACHING IN A MEDICAL SCHOOL

Vsevolodova A.Kh.

Federal State Educational Institute of Higher Education North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, e-mail: anna.vsevolodova@szgmu.ru

This work is devoted to the issues of updating and planning the substantive aspects of future doctors' foreign language education in the modern era. The author analyzes the current requirements of the state and professional communities to the discipline «Foreign language» educational outcomes at a medical school, identifies the main changes that have affected this area in connection with the introduction of the latest generation of the Federal State Educational Standard in the specialty 31.05.01 «General medicine», specifies potential of the discipline «Foreign language» in the professionally-oriented communicative competence formation in the educative process of future specialists in the healthcare. Based on the analysis of scientific methodological works of Russian and foreign researchers in the field of linguodidactics, the author clarifies the concept of «professionally-oriented foreign language communicative competence of a future doctor», gives a detailed description of the structural components of this phenomenon, presents typical situations of professional communication of a medical specialist, correlates the main groups of communicative knowledge, skills and attitudes, as well as personal qualities and values that are necessary to form within the framework of the designated situations of professional communication. In conclusion, the author presents the mechanisms for implementing the results of updating the future doctor's professionally-oriented foreign language communicative competence content, which include the modernization of the discipline «Foreign Language» working program curriculum, as well as the development and implementation of an interactive module in the educational process, situated on the NWSMU named after I.I. Mechnikov local educational platform.

Keywords: communicative competence, professionally-oriented communicative competence of the future doctor, «Foreign Language» discipline in a medical school, medical communication

Принятый в 2020 г. ФГОС ВО 3++ по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» отражает новейшие изменения в области медицинского образования, а также требования государства и общества к системе подготовки профессионалов здравоохранения XXI в. Главным отличием действующе-

го ФГОС от предыдущей версии стандарта является повышение роли работодателей в разработке и актуализации содержания образовательных программ, что в конечном итоге будет способствовать увеличению уровня взаимодействия между медицинскими вузами и рынком труда и сокраще-

нию адаптационного периода выпускников на рабочем месте. Ввиду того, что на современном этапе востребованным считается специалист, гибко реагирующий на существующие условия профессиональной деятельности, готовый к принятию решений в условиях их изменения [1], прогнозирующий и планирующий собственное личностное и профессиональное развитие в целях самореализации в различных сферах жизни, владеющий коммуникативными технологиями для успешного взаимодействия в профессиональной среде [2], то одним из образовательных результатов обучения в вузе становится формирование у выпускников универсальных компетенций, которые представляют собой (в самом общем виде) метапредметные теоретические и практические знания, умения и способности, позволяющие личности раскрыть и реализовать свой потенциал в избранных областях деятельности, взаимодействовать с социумом и успешно адаптироваться к изменяющимся условиям [3–5].

Коммуникация является одним из ключевых навыков профессионала XXI в., поэтому, безусловно, коммуникативная компетенция стала одной из тех универсальных компетенций, которые должны быть сформированы в процессе подготовки кадров высшей квалификации. В третьем тысячелетии в связи с активной цифровизацией всех сфер жизнедеятельности и расширением количества международных контактов изменились требования в аспекте коммуникативных знаний, умений и навыков, необходимых специалисту для ведения успешного делового общения [6–8], поэтому в действующем ФГОС ВО по направлению подготовки «Лечебное дело» под коммуникативной компетенцией понимается «способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия» [3]. Как видим, разработчики стандарта последнего поколения придают особое значение применению современных *коммуникативных технологий* в процессе академического и профессионального взаимодействия, где под понятием «коммуникационные технологии» понимается совокупность приемов, процедур, средств и методов, которые используются в процессе коммуникационного воздействия субъектом коммуникации с целью достижения поставленных целей и задач [9, с. 139]. Отсюда следует, что на современном этапе будущих специалистов необходимо обучать умениям и навыкам применения стратегий и тактик речевого поведения, приемам разрешения конфликтных ситу-

аций, средствам и методам коммуникативного воздействия на субъект общения как на русском, так и иностранном языках.

Процесс формирования коммуникативной компетенции является длительным по своей природе, охватывает весь период додипломного обучения в вузе и напрямую связан с несколькими дисциплинами рабочего учебного плана образовательной программы, в том числе и с дисциплиной «Иностранный язык» (ИЯ). Традиционно данная дисциплина в неязыковом вузе, включая медицинский, отвечает за формирование профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции, под которой понимается способность будущего специалиста адекватно организовывать речевую деятельность языковыми средствами и способами, соответствующими определенной ситуации общения [10, с. 28]. Однако с учетом изменений содержания коммуникативной компетенции возникает необходимость уточнить понятие «профессионально-ориентированная иноязычная коммуникативная компетенция будущего врача», актуализировать содержание обучения ИЯ в медицинском вузе на основании требований современности и предложить методический инструментарий для формирования профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача, что и является целью данного исследования.

Материалы и методы исследования

На современном этапе, несмотря на значительный прогресс в науке и технологиях, профессия врача остается одной из немногих, где требуется совершенное владение приемами, технологиями и способами эффективного общения с пациентами, их родственниками и коллегами для достижения взаимопонимания, важного для решения как лечебно-диагностических задач, так и личностных и семейных проблемных ситуаций, способных влиять на результат лечения конкретного заболевания и качество жизни человека в целом [11, 12]. Кроме того, расширяются форматы взаимодействия врача и пациента: помимо привычной очной формы проведения врачебной консультации добавляется возможность дистанционного консультирования. Также следует отметить, что в свете последних изменений цели национальной политики в сфере экспорта медицинских услуг, а именно существенного повышения доли прибыли от въездного медицинского туризма [13], важным требованием работодателей к врачам-специалистам становится способность применять современные коммуникативные технологии

на иностранном языке для успешного взаимодействия с зарубежными пациентами и коллегами. Таким образом, профессионал здравоохранения XXI в. – это специалист, владеющий стратегиями, тактиками, средствами и методами ведения эффективной коммуникации в рамках профессиональной деятельности на родном и иностранном языках.

На основе описанных выше требований современности считаем необходимым уточнить понятие «профессионально-ориентированная иноязычная коммуникативная компетенция будущего врача» и предложить такое толкование этой лингводидактической категории, как способность и готовность будущих врачей осуществлять речевую деятельность, применять современные коммуникативные технологии для адекватного взаимодействия с собеседниками на иностранном языке в рамках профессионально-ориентированных ситуаций общения. Именно такое определение, на наш взгляд, наиболее полно соответствует современным запросам государства, общества и профессиональных сообществ, отражает тенденции в развитии коммуникации в XXI в. и отвечает актуальным направлениям в отечественных и зарубежных лингводидактических исследованиях.

В научно-методической литературе последних десятилетий широко рассматривается вопрос формирования профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущих специалистов (Н.И. Алмазова, Н.Ф. Коряковцева, Л.В. Яроцкая и др.) и предпринимаются попытки по определению ее компонентного состава с целью конкретизировать знания, умения и навыки, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе иноязычной подготовки (И.Н. Абросимова, С.С. Куклина, Е.Н. Ярославова и др.).

В настоящей работе мы придерживаемся результатов исследования по определению компонентного состава иноязычной коммуникативной компетенции, представленной в работе «Общеввропейские компетенции владения иностранным языком» (Common European Framework of Reference, CEFR), где авторами выделяются *лингвистическая* (знание фонетики, грамматики, общей и профессионально-ориентированной лексики, стилистики и других аспектов языка), *социолингвистическая* (знания, умения и навыки, касающиеся социальных аспектов использования языка, например вежливые формы обращения, понимание диалектов и акцентов и т.д.), и *прагматическая* (фактическое использование языка в построении текста: знание правил по-

строения высказываний, их объединения в текст и т.д.) компетенции [14]. Учитывая значимость формирования личностных качеств будущего врача, таких как эмпатия, внимательность, толерантность, терпение, гибкость, убедительность и др. в процессе вузовской подготовки, считаем необходимым добавить к вышеперечисленным компонентам и *ценностную* компетенцию. Такой структурный состав иноязычной коммуникативной компетенции позволит определить всю номенклатуру знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые будут обязательны к формированию в процессе обучения иностранному языку в медицинском вузе на современном этапе.

Так, в частности, в составе *лингвистического* компонента необходимо выделить такие знания, умения и навыки, которыми должен овладеть врач, как (I) лингвистические знания об ИЯ, необходимые для понимания и для порождения текста на ИЯ; (II) знания особенностей и средств нейтрального и книжного (научного) стилей; (III) знания о социокультурном контексте, в котором порожден текст на ИЯ; (IV) навык использования ИЯ в профессиональной области общения.

В состав *социолингвистического* компонента предлагается включить такие знания, умения и навыки, как (I) умение осуществить рефлексивный анализ ситуации общения или профессионально-ориентированного письменного текста на ИЯ, социокультурного контекста, в котором порожден текст [15]; (II) умение определить и сформулировать содержательную цель устного или письменного сообщения на ИЯ, его основную идею, его коммуникативную интенцию [15]; (III) умение взаимодействовать в профессионально-коммуникативной ситуации общения в соответствии с врачебной этикой и деонтологией с пациентами и их родственниками, с коллегами; (IV) умение распознавать языковые особенности партнера по общению с точки зрения его социально-культурных характеристик, а также в невербальных средствах общения; (V) умение общаться с пациентом с учетом его особенностей; (VI) знания коммуникативных технологий и моделей взаимодействия в основных ситуациях медицинской коммуникации; (VII) навыки и умения профессиональной вербальной и невербальной коммуникации с пациентами и коллегами; (VIII) умение аргументированно и конструктивно представлять и отстаивать свою точку зрения в академических и профессиональных дискуссиях на ИЯ [9, с. 41]; (IX) практическая готовность будущего врача общаться с пациентом, его родственниками, коллегами.

Прагматический компонент подразумевает овладение будущими врачами такими знаниями, умениями и навыками, как (I) знания о логике развертывания профессионально-ориентированного текста на ИЯ; (II) навыки анализа и интерпретации структуры профессионально-ориентированного иноязычного текста [15]; (III) умение вычлнить основную информацию в письменном или устном профессионально-ориентированном тексте на ИЯ, отделить ее от второстепенной; (IV) умение привести выделенную информацию после профессионального общения или чтения на ИЯ к виду, в котором она может быть использована в будущей деятельности [15]; (V) умения и навыки представления результатов академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные [9, с. 42]; (VI) навыки медиации; (VII) умения и навыки разрешения конфликтных ситуаций; (VIII) навыки цифровой коммуникации [9, с. 135].

В составе *ценностного* компонента представляется уместным выделить следующие личностные качества и ценности: (I) эмпатию; (II) внимательность; (III) толерантность; (IV) терпение; (V) гибкость; (VI) профессиональную этичность; (VII) решительность; (VIII) убедительность.

На основании актуальных тенденций в развитии системы здравоохранения, запросов государства и рынка труда, требований к результатам иноязычной подготовки будущих врачей становится необходимым

актуализировать содержание обучения ИЯ в медицинском вузе.

Как отмечается в работах педагогов-практиков в области преподавания иностранного языка в медицинском вузе (Л.А. Гаспарян, Н.К. Горшуновой, Е.Г. Липатовой, Н.В. Медведева, В.М. Томиловой и др.), для деятельности в области здравоохранения, как и любой другой профессиональной сферы, характерен ряд типичных ситуаций общения. Так, в частности, в исследовании Е.Г. Липатовой автор ориентируется на основные виды деятельности, заявленные во ФГОС ВО по направлению подготовки «Лечебное дело», и предлагает выделить такие ситуации, как «Коммуникация с пациентом», «Взаимодействие в коллективе», «Коммуникация в научном сообществе», причем ситуация «Коммуникация с пациентом» является наиболее объемной по содержанию, так как в ее основе лежит первичная врачебная консультация и ее основные этапы, включающие начало приема, сбор информации, структурирование приема, выстраивание отношений, физикальное обследование, объяснение и планирование (совместное принятие решений), завершение приема [16, 17]. Данные ситуации общения были заложены в основу разработанного интерактивного модуля по формированию профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача и соотнесены с основными разделами тематического плана рабочей программы по дисциплине ИЯ в СЗГМУ им. И.И. Мечникова (таблица).

Корреляция тематического плана дисциплины «ИЯ» по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» и ситуаций медицинской коммуникации интерактивного модуля СДО Moodle

Тема в соответствии с тематическим планом дисциплины «ИЯ»	Ситуации медицинской коммуникации, отраженные в интерактивном модуле в СДО Moodle
1. Медицинские профессии	Взаимодействие и общение в сфере здравоохранения
2. Структура больницы	<i>Взаимодействие в коллективе</i>
3. Приемное отделение	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Первичный прием. Начало консультации и сбор анамнеза на примере поступления пациента в больницу
4. Неотложная помощь	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Первичный прием. Его структурирование и выстраивание взаимоотношений с пациентом и его родственниками в условиях экстренной помощи
5. Боль и ее лечение	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Первичный прием. Объяснение пациенту ситуации, планирование лечения на примере лечения боли
6. Симптомы заболеваний	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Первичный прием. Завершение консультации и назначение следующей консультации при необходимости с учетом симптомов заболевания
7. Уход за пожилыми	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Первичный прием. Примеры ситуаций и использование основных навыков общения на примере общения с пожилыми пациентами

Окончание таблицы	
Тема в соответствии с тематическим планом дисциплины «ИЯ»	Ситуации медицинской коммуникации, отраженные в интерактивном модуле в СДО Moodle
8. Питание и ожирение	<i>Коммуникация с пациентом.</i> Телеконсультация на примере адаптации пациента к правильному питанию и здоровому образу жизни (санитарно-просветительская работа)
9. Гигиена	<i>Коммуникация в научном сообществе.</i> Подготовка к выступлению на конференции с докладом о гигиене в больнице
10. Лекарственные препараты	<i>Коммуникация в научном сообществе.</i> Выступление на конференции с докладом о каком-либо лекарственном препарате

Выделенные знания, умения и навыки, личностные качества и ценности, входящие в состав компонентов профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача, послужили основой для проектирования и отбора содержательного наполнения интерактивного модуля. Например, в рамках ситуации «Коммуникация в научном сообществе» будущие врачи должны овладеть (I) лингвистическими знаниями об ИЯ, необходимыми для понимания и для порождения текста на ИЯ; (II) знанием особенностей и средств нейтрального и книжного (научного) стиля; (III) знаниями о логике развертывания профессионально-ориентированного текста на ИЯ; (IV) умением осуществить рефлексивный анализ ситуации общения или профессионально-ориентированного письменного текста на ИЯ, социокультурного контекста, в котором порожден текст; (V) умением определить и сформулировать содержательную цель устного или письменного сообщения на ИЯ, его основную идею, его коммуникативную интенцию; (VI) умением вычленив основную информацию в устном или письменном профессионально-ориентированном тексте на ИЯ, отделить ее от второстепенной; (VII) умением взаимодействовать в профессионально-коммуникативной ситуации общения в соответствии с врачебной этикой и деонтологией с коллегами; (VIII) умением распознавать языковые особенности партнера по общению с точки зрения его социально-культурных характеристик, а также в невербальных средствах общения; (IX) навыками использования ИЯ в профессиональной области общения; (X) навыками анализа и интерпретации структуры профессионально-ориентированного иноязычного текста; (XI) навыками и умениями профессиональной вербальной и невербальной коммуникации с коллегами; (XII) навыками медиации; (XIII) практической готовностью будущего врача общаться с коллегами;

(XIV) навыками цифровой коммуникации; (XV) умениями и навыками представления результатов академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные; (XVI) умением аргументированно и конструктивно представлять и отстаивать свою точку зрения в академических и профессиональных дискуссиях на ИЯ; (XVII) терпением; (XVIII) внимательностью; (XIX) толерантностью; (XX) гибкостью; (XXI) профессиональной этичностью; (XXII) убедительностью.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемый интерактивный модуль по формированию профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции будущего врача состоит из десяти занятий, представленных в таблице. Каждое занятие имеет единую структуру: *Scrub-up* (один-два упражнения на введение в тему занятия), *Watching a video* (видео по теме и несколько заданий на контроль его понимания), *Reading about communication* (текст об особенностях коммуникативной ситуации или ее конкретного этапа, упражнения на контроль его понимания и на пересказ), *Functional phrases* (список необходимых функциональных фраз, два упражнения на их закрепление), *Role play* (видеопример ситуации общения, два задания на контроль его понимания и сценарий для создания собственного профессионально-ориентированного диалога). Следует отметить необходимость использования видеолекций, видеосюжетов и контроля их понимания при обучении будущих врачей ИЯ, поскольку посредством таких заданий развиваются не только навыки аудирования, но также формируются умения слушать и слышать, наблюдать за пациентом, его реакцией, что является основополагающим для доктора. Завершает каждую тему упражнение со сценарием-проблемой, ко-

тору надо решить. Данное задание является имитацией реальной коммуникативной ситуации, оно создано для автоматизации навыков, полученных в ходе изучения конкретного случая медицинской коммуникации, и готовит будущих врачей к общению с разными пациентами, взаимодействию в коллективе и выступлениям на публичных мероприятиях. Большая часть заданий отводится на самостоятельную работу, кроме *Role play*, освобождая аудиторные часы для формирования лингвистического, социолингвистического и прагматического компонентов профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции будущего врача: знаний, умений и навыков, и для воспитания у студентов таких личностных качеств, как внимательность, терпение, профессиональная этичность и т.д., представляющих ценностный компонент. На данный момент на кафедре иностранных языков СЗГМУ им. И.И. Мечникова происходит апробация данного онлайн-ресурса.

Интерактивный модуль по формированию профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача основан на принципах проблемности, междисциплинарности, интегративности и профессиональной ориентации, поскольку на его базе будущие врачи получают теоретические основы по врачебной этике и деонтологии, коммуникации, конфликтологии, психологии и социологии, что объединяет цели и задачи всех видов учебной работы.

Заключение

Профессия врача в XXI в. остается одной из немногих, подразумевающих совершенное владение стратегиями, тактиками, технологиями, средствами и методами общения с пациентами, их родственниками и коллегами в рамках профессионального и академического взаимодействия на родном и иностранном языках. Из всех дисциплин медицинского вуза ИЯ обладает наибольшим коммуникативным потенциалом с точки зрения содержания, методического обеспечения и используемого коммуникативного подхода, ориентирован на межкультурную коммуникацию, межличностное взаимодействие и этику профессионально-ориентированного общения, что позволяет нам говорить об ИЯ как об универсальной метадисциплине. Соответственно, в ее рамках будущих врачей нужно обучать применению современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия, что соответствует требо-

ваниям ФГОС ВО 3++ по специальности 31.05.01 «Лечебное дело».

Введение интерактивного модуля в процесс обучения английскому языку направлено не только на повышение уровня языковой подготовки студентов медицинских вузов, формирование профессионально-ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущего врача, коммуникативных знаний, умений и навыков, ценностных качеств, необходимых, прежде всего, для взаимодействия в рамках типовых профессиональных ситуаций общения на русском языке, но уже на начальном этапе обучения позволит будущим врачам погрузиться в профессиональную деятельность.

Список литературы

1. Тарева Е.Г. Преподавание иностранного языка: новые вызовы ученому и преподавателю-практику // Фундаментальное и актуальное в развитии языка: категории, факторы, механизмы: Сборник статей. Материалы XVIII Международной конференции Школы-Семинара имени Л.М. Скредлиной (Москва, 13–16 сентября 2017 г.). М.: МГПУ; Языки народов мира, 2017. С. 366–373.
2. Липатова Е.Г. Адаптационное учебное пособие как средство оптимизации процесса формирования готовности к коммуникации на иностранном языке в медицинском вузе // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 154–158.
3. ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» от 12 августа 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/310501_C_3_01092020.pdf (дата обращения: 20.04.2021).
4. Приказ Минтруда России от 21.03.2017 № 293н «Об утверждении профессионального стандарта “Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)”» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Паспорт экзаменационной станции (типовой) «Сбор жалоб и анамнеза на первичном приеме врача. Паспорт станций». 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://finza.ru/upload/medialibrary/e9d/pasport_sbor-zhalob-i-anamnezana-perv.pr.vracha_12.02_1.pdf (дата обращения: 20.04.2021).
6. Паспорт приоритетного проекта «Обеспечение здравоохранения квалифицированными специалистами»: утвержден (протокол от 26 июля 2017 г. № 8). [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/1eRqKLkIlgA3N0dsBllhypSYTbtAXqAEq.pdf> (дата обращения: 20.04.2021).
7. Федеральный закон от 1 января 2018 года № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 20.04.2021).
8. Липатова Е.Г. Формирование профессиональной коммуникативной культуры будущего врача в рамках компетентностного подхода // Вопросы методики преподавания в вузе. 2020. Т. 9. № 32. С. 47–58.
9. Измерение и оценка сформированности универсальных компетенций обучающихся при освоении образовательных программ бакалавриата, магистратуры, специалитета: коллективная монография / Под науч. ред. докт. пед. наук И.Ю. Тархановой. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2018. 383 с.
10. Зимняя И.А. Психология обучения неродному языку (на материале русского языка как иностранного). М.: Русский язык, 1989. 223 с.

11. Горшунова Н.К., Медведев Н.В. Формирование коммуникативной компетентности современного врача // Успехи современного естествознания. 2010. № 3. С. 36–37.

12. Ольховик Н.Г., Липатова Е.Г. Интегрированная методика формирования коммуникативных навыков будущего преподавателя-исследователя // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 3–2. С. 289–293.

13. Федеральный проект «Развитие экспорта медицинских услуг»: приложение от 14 декабря 2018 г. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravooхранenie/medturizm> (дата обращения: 20.04.2021).

14. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Companion Volume with New Descriptors: Strasbourg: Council of Europe. 2018. P. 130, 133, 137, 138.

15. Карих Т.В. Лингводидактика на основе лингво(семио)социопсихологии // Вестник нижегородского государственного лингвистического университета им. Н.А. Добролюбова. 2013. № 22. С. 162–175.

16. Липатова Е.Г. Формирование профессиональной коммуникативной культуры будущего врача в рамках дисциплины «Иностранный язык» // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 135–142.

17. Сильверман Дж., Керц С., Дрейпер Дж. Навыки общения с пациентами. М.: Гранат, 2018. 304 с.

УДК 37.013

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «FLIPPED CLASSROOM» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ВУЗА

¹Груздева М.Л., ²Ткачева М.А., ¹Булганина А.Е.

¹Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,
Нижегород, e-mail: gru1234@yandex.ru;

²Институт пищевых технологий и дизайна – филиал ГБОУ ВО НГИЭУ,
Нижегород, e-mail: tkachewa.rabota@yandex.ru

В статье описаны цели и ожидаемые итоги внедрения технологии «flipped classroom» («перевернутое обучение») в НГПУ им. К. Минина. Целью исследования авторов являлось изучение потенциальных возможностей технологии «перевернутое обучение» для внедрения в учебный процесс вуза в целях оптимизации учебного процесса, повышения уровня мотивации обучения студентов, превращения студентов в активных участников образовательного процесса. В статье авторами описаны преимущества использования технологии «перевернутое обучение», такие как: взаимодействие с другими студентами во время совместной работы; сотрудничество (совместное решение проблем с другими студентами помогает подготовить студентов к жизни после окончания учебы); развитие необходимых социальных навыков для того, чтобы добиться успеха в современном мире; индивидуальный темп обучения для каждого обучаемого. Авторами представлены результаты мониторинга обучающихся, участвующих в эксперименте, в части удовлетворенности учебным процессом по технологии «Перевернутое обучение». Результаты опроса магистров и бакалавров немного отличаются, но в целом видно, что студентом нравится учиться по данной технологии. В результате исследования авторы пришли к выводу, что вместо традиционного обучения, ориентированного на учителя, перевернутый класс ставит учеников в центр урока. Студенты определяют темп и стиль обучения, а преподаватели оказывают им помощь в получении и применении на практике новой информации.

Ключевые слова: технология обучения, «перевернутое обучение», «flipped classroom»

RESULTS OF INTRODUCTION OF THE FLIPPED CLASSROOM TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

¹Gruzdeva M.L., ²Tkacheva M.A., ¹Bulganina A.E.

¹Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after K. Minin,
Nizhny Novgorod, e-mail: gru1234@yandex.ru;

²Institute of Food Technologies and Design – branch GBOU VO NGIEU,
Nizhny Novgorod, e-mail: tkachewa.rabota@yandex.ru

The article describes the goals and expected results of the implementation of the technology «flipped classroom» («flipped learning») in the NGPU K. Minin. The purpose of the authors' study was to study the potential capabilities of the «inverted learning» technology for implementation in the educational process of the university in order to optimize the educational process, increase the level of student learning motivation, and turn students into active participants in the educational process. In the article, the authors describe the advantages of using the «flipped learning» technology: interaction with other students while working together; collaboration (solving problems together with other students helps prepare students for life after graduation); developing the necessary social skills in order to succeed in the modern world; individual pace of learning for each student. The authors present the results of monitoring students participating in the experiment in terms of satisfaction with the educational process using the «Inverted Learning» technology. The results of the survey of masters and bachelors are slightly different, but in general it is clear that the student likes to study using this technology. As a result of the study, the authors concluded that instead of traditional teacher-centered teaching, the flipped classroom puts students at the center of the lesson. Students determine the pace and style of learning, and teachers assist them in obtaining and putting into practice new information.

Keywords: learning technology, «flipped learning», «flipped classroom»

За последние несколько лет технология «flipped classroom» («перевернутое обучение» или «перевернутый класс») быстро завоевала популярность среди педагогов. Согласно последним исследованиям, каждый пятый учитель рассматривает возможность применить данную технологию при реализации своих дисциплин.

Согласно последним определениям «технология «перевернутый класс» – это учебный сценарий, при котором теоретический материал изучается посредством ИКТ (видеолекции, аудиолекции, интерактивные

материалы и т.п.) самостоятельно, а высвобожденное время на уроке направлено на решение проблем, сотрудничество и взаимодействие с учениками» [1].

То есть «вынося лекцию из класса, мы приносим в класс домашнее задание». Ученики часто испытывают затруднения во время выполнения домашних заданий, потому что не понимают материала. Вместо того, чтобы пытаться дома применять информацию, которую они получили в классе, ученики смотрят 5–7-минутную лекцию или слушают подкасты, записанные преподавателями.

давателем, записывают любые вопросы, которые могут у них возникнуть, и отвечают на них в классе под руководством учителя.

Но простое переворачивание лекции и домашнего задания не означает, что вы используете все преимущества перевернутого обучения. Настоящее перевернутое обучение заключается в том, чтобы превратить его в практическое, дифференцированное и даже индивидуальное обучение.

Цель исследования – изучить потенциальные возможности технологии «перевернутое обучение» для внедрения в учебный процесс вуза в целях оптимизации учебного процесса, повышения уровня мотивации обучения студентов, превращения студентов в активных участников образовательного процесса.

Материалы и методы исследования

При изучении наиболее часто используемых подходов в обучении авторы выявили, что основными из всех являются дифференцированное обучение (73,5%), смешанное обучение (54,8%) и индивидуализированное обучение (47,8%) [2]. И хотя перевернутое обучение, персонализированное обучение и геймификация пользуются наибольшей популярностью в прессе, в реальном учебном процессе они не практикуются так часто, как можно было бы подумать: эти подходы требуют больше времени и ресурсов при подготовке преподавателя к занятию, чем многие другие.

Американские педагоги, которые одни из первых стали реализовывать технологию «flipped classroom» представили на обсуждение 6 простых шагов для реализации этой технологии в обучении.

1. Выясните, какой именно урок вы хотите перевернуть. Обозначьте основные результаты обучения и план урока.

2. Вместо того чтобы проводить этот урок лично, снимите видео. Убедитесь, что он содержит все ключевые элементы темы.

Американские педагоги Аарон Самс и Джонатан Бергманн писали в своих публикациях, что не снимают видео только для того, чтобы снять видео. «Делайте это только тогда, когда вы чувствуете, что это уместно и необходимо. Все зависит от образовательной цели вашего урока. Если создание видео лучше способствует достижению вашей учебной цели, тогда продолжайте» [3].

3. Отправьте видео своим ученикам. Сделайте это увлекательным и понятным. Объясните, что содержание видео будет подробно обсуждаться в классе.

4. Теперь, когда ваши ученики просмотрели ваш урок, они готовы изучить пред-

ложенную тему еще глубже, чем когда-либо прежде.

«Когда студенты приходят в аудиторию, они появляются не для того, чтобы узнать новое содержание, они показывают, как применить то, что они узнали дома с помощью видео», так Аарон Самс комментирует свою методику обучения [3].

5. Группируйте учеников: эффективный способ обсудить тему – разделиться на группы, где ученикам дается задание для выполнения. Напишите стихотворение, пьесу, снимите видео и т.д.

6. А потом перегруппируйте их! Снова соберите класс, чтобы поделиться со всеми работой отдельной группы. Задавайте вопросы, погружайтесь глубже, чем когда-либо прежде.

После шести шагов просмотрите, исправьте и повторите!

Преподаватели, которые уже применяют на занятиях технологию перевернутого обучения, поделились некоторыми аспектами, которые можно использовать в классных занятиях [4, 5]:

– *активное изучение*: разрешите учащимся применять концепции в классе, где они могут попросить у коллег или инструкторов обратную связь и разъяснения;

– *инструктаж со стороны коллег*: студенты могут учить друг друга, объясняя концепции или работая над небольшими проблемами;

– *совместное обучение*: совместные учебные мероприятия могут повысить вовлеченность учащихся, улучшить понимание учащимися и способствовать развитию коллективного разума;

– *проблемно-ориентированное обучение*: классное время можно потратить на решение задач, которые могут длиться в течение семестра;

– *обсуждения или дебаты*: дайте студентам возможность прямо на месте сформулировать свои мысли и развить свои аргументы в поддержку своих мнений или утверждений.

Как показывает опыт применения технологии «перевернутого класса», «одной из значимых проблем является большая трудоемкость работы преподавателя в переходном периоде. Необходимо «переформатировать» учебную программу и разделить имеющийся материал таким образом, чтобы часть перенести в контент, изучаемый самостоятельно (например, водкаст), а часть оставить для аудиторной работы. Разработка контента для самостоятельного изучения студентами (например, запись видеолекции) требует усилий и времени со стороны преподавателей, и при этом элементы

классного и внеклассного обучения должны составлять единое целое, чтобы студенты могли понять принцип данной модели и были мотивированы на подготовку к занятиям в классе» (рис. 1).

Результаты исследования и их обсуждение

В Нижегородском государственном университете им. К. Минина был проведен эксперимент по внедрению технологии «flipped classroom» в образовательный процесс. В эксперименте участвовали: три группы магистров (35 чел.) и две группы бакалавров старших курсов (30 чел.) педагогических направлений подготовки.

Была выявлена сущность и специфика технологии «Перевернутое обучение» для студентов педагогических направлений подготовки.

Разработан образовательный контент для изучения дисциплин под технологию «flipped classroom»: доработаны структура и содержание ЭУМК дисциплин, изучаемых студентами, участвующими в эксперименте.

В соответствии с технологией «flipped classroom» было составлено расписание для групп обучающихся, участвующих в эксперименте.

В I семестре 2020–2021 учебного года учебный процесс у групп, участвующих в эксперименте, реализован с использованием технологии «flipped classroom».

В марте 2021 г. проведен мониторинг обучающихся и преподавателей, участвующих в эксперименте в части:

– удовлетворенности учебным процессом студентов и преподавателей;

– успеваемости студентов.

Эксперимент показал, что изменение учебной среды помогает улучшить парадигму обучения множеством способов:

1. *Взаимодействие*: многим студентам сложно просидеть лекционное время в аудитории и сосредоточиться, слушая. Интерактивный характер «перевернутой классной комнаты» может вдохновить как учителей, так и учеников и способствовать взаимодействию, которое удерживает всех.

2. *Сотрудничество*: когда мы говорим о сотрудничестве, идея состоит в том, чтобы побудить учащихся поделиться идеями, а затем развивать идеи в команде. Это учит студентов, что в совместной работе есть компромисс. Совместное решение проблем с другими студентами помогает подготовить студентов к жизни после окончания учебы.

3. *Связь*: в настоящее время молодежь проводит так много часов перед экранами, что у нее не развиваются необходимые социальные навыки для того, чтобы добиться успеха в современном мире. Использование перевернутого подхода в классе поощряет взаимодействие и помогает учащимся развить необходимые коммуникативные навыки.

4. *Темп*: каждый ученик учится в разном темпе. Некоторые усваивают информацию быстро, некоторым требуется больше времени, другие обучаются наглядно, а некоторые предпочитают учиться путем обсуждения. Обучение по технологии «перевернутый класс» позволяет учащимся использовать вспомогательные материалы, которые лучше всего подходят для них.



Рис. 1. Принцип функционирования модели перевернутого класса [6]

Результаты опроса обучающихся

Вопросы анкеты	Магистры					Бакалавры				
	оценка от 1 до 5					оценка от 1 до 5				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Самостоятельное изучение учебных материалов до проведения практических занятий	0	0	7	20	8	0	2	11	12	5
Увеличение количества учебных материалов и ресурсов, необходимых для подготовки к практическому занятию	5	5	12	7	6	7	5	16	2	2
Увеличение времени на подготовку к занятиям	5	5	12	7	6	7	5	18	0	0
Индивидуализация и гибкий график процесса обучения	0	0	0	0	35	0	0	0	0	30
Увеличение времени работы с электронным контентом	0	0	0	25	10	0	0	11	14	5

Обучающиеся по магистерской программе



Обучающиеся по программе бакалавриата

Рис. 2. Диаграммы распределения оценок обучающимися обучения по технологии *flipped classroom*

Интересны результаты мониторинга обучающихся, участвующих в эксперименте, в части удовлетворенности учебным процессом. Результаты опроса магистров и бакалавров немного отличаются, но в целом видно, что студентом нравится учиться по данной технологии.

Например, приведем результаты опроса обучающихся по одной из магистерских

программ (таблица, рис. 2) (баллы измеряются от 1 (не удовлетворен полностью) до 5 (удовлетворен полностью)).

Опрос преподавателей показал, что некоторые преподаватели с удовольствием реализуют технологию «перевернутого класса» на своих занятиях и утверждают, что успеваемость студентов выросла. Другие более осторожны и, прежде чем вне-

дрять технологию, хотят видеть данные, показывающие, что перевернутые классы действительно работают.

Когда педагог получает информацию об очевидном успехе модели или технологии обучения в конкретном курсе, он должен изучить все детали, связанные с тем, как этот курс проходил. У разных преподавателей разные представления о том, как лучше всего перевернуть свой курс и каким процедурам следовать. Например, если преподаватель планирует внедрить в учебный процесс технологию «перевернутого обучения», то сначала можно «перевернуть» только один раздел курса или отдельное занятие, чтобы познакомить учащихся с концепцией, посмотреть, как она работает, и затем продолжить.

Преподаватели, принявшие перевернутую модель обучения, всегда ищут способы максимизировать учебное время, чтобы учащиеся активно участвовали в обучении на практическом занятии. Перевернутая модель требует, чтобы преподаватели постоянно следили за своими учениками для определения учеников, которым нужна помощь. Преподаватели должны быть отзывчивыми и гибкими, и они должны понимать, что этот очень активный стиль обучения требует большого педагогического мастерства.

Один из секретов успеха перевернутой модели – убедиться, что ученики приходят в класс с необходимой им справочной информацией. Практика внедрения технологии показывает, что занятие необходимо начать с краткой оценки, чтобы убедиться, что все готовы. Это может быть небольшая задача, которую нужно решить, опрос или быстрая викторина, которую вы просматриваете на месте.

Дайте вашим ученикам возможность устранить путаницу в начале урока с помощью активного сеанса вопросов и ответов. Если вопросов много, можно попросить учащихся написать вопросы на доске и проголосовать за те, на которые они хотят получить ответы. Вы можете давать ответы сами или разбить студентов на группы, чтобы они коллективно нашли ответы на вопросы: активное обучение является ключом к удержанию внимания учащихся к новому материалу. К тому же совместная работа студентов над общей задачей дает дополнительное преимущество, помогая студентам лучше узнать друг друга.

Закключение

Вместо традиционного обучения, ориентированного на учителя, перевернутый класс ставит в центр урока учеников. Студенты определяют темп и стиль обучения,

а преподаватели играют роль «проводников»: преподаватели помогут студентам провести эксперимент или проведут их через набор практик, когда им понадобится помощь в применении новой информации.

Вместо того, чтобы ученики сидели в аудитории и слушали преподавателей – и им нужно было обрабатывать информацию в темпе учителя – перевернутый класс предлагает индивидуальный подход к обучению, который позволяет ученикам учиться в своем собственном темпе. Поскольку преподаватель может ходить по классу, пока ученики работают над своими заданиями, он может помочь ответить на вопросы для каждого ученика или для каждой группы учеников, а также указать направление решения той или иной задачи или проблемы. Это позволяет учителю работать один на один со студентами, которым требуется дополнительное руководство, и облегчать групповую работу или обсуждение.

Другой уникальный аспект перевернутого класса – использование видеотехнологий. Учащиеся, отсутствующие на уроке, могут легко узнать, что они пропустили, а учащиеся, которым нужно больше времени на обработку информации, могут просмотреть видео или учебный контент более одного раза, чтобы убедиться, что они усвоили его.

Обратной стороной перевернутого обучения является то, что оно в значительной степени зависит от технологий, а учащимся необходим доступ к интернету для обучения дома и студентам, не имеющим доступа к технологиям, придется столкнуться с трудностями.

Список литературы

1. Тихова М.А. Реализация технологии «перевернутый класс» в дополнительном образовании // Большой конференц-зал: дополнительное образование – векторы развития. 2018. № 2. С. 77–82.
2. Sorgo A., Bartol T., Dolnicar D., Podgornik B. Attributes of digital natives as predictors of information literacy in higher education. *British Journal of Educational Technology*. 2017. Vol. 48. No. 3. P. 749–767. DOI: 10.1111/bjet.12451.
3. Bergmann J., Sams A., Gudenrath A. *Flipped Learning for English Instruction*. USA: International Society for Technology in Education, 2016. 124 p.
4. Bogorodskaya O.V., Golubeva O.V., Gruzdeva M.L., Tolsteneva A.A., Smirnova Z.V. Experience of appropriation and introduction of the model of management of students' independent work in the university. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. T. 622. P. 387–397.
5. Elizabeth T. A Beginner's Guide to Flipped Classroom. *Schoology Exchange* [Electronic resource]. URL: <https://www.schoology.com/blog/flipped-classroom> (date of access: 10.04.2021).
6. Мусийчук М.В., Карманова Е.В., Сташук П.В. Об опыте применения технологии «flipped classroom» в вузе в процессе изучения курса «Управление ИТ-проектами» // Интернет-журнал «Мир науки». 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/151PDMN618.pdf> (дата обращения: 10.04.2021).

УДК 796.41

**ДИНАМИКА СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ СПОРТСМЕНОК 6–10 ЛЕТ
В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ****Гусева Е.В.***Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, e-mail: zyzga@mail.ru*

Способность сохранять равновесие входит в структуру координационных способностей, уровень развития которых определяет, в частности, качество развития вестибулярной устойчивости посредством выполнения различных упражнений на удержание равновесия. Дальнейший прогресс в художественной гимнастике, как в олимпийском в виде спорта, связан с обострившейся конкуренцией в художественной гимнастике за мировое лидерство. В изучении этой проблемы важно учесть все: от техники выполнения упражнений до построения композиции соревновательных программ, а также взглядов в будущее, с прогнозированием факторов влияющих на успешность выступлений на соревнованиях не только регионального уровня, но и всероссийского и мирового. В этой связи многие исследователи единодушны в том, что дальнейший прогресс в развитии художественной гимнастики, как вида спорта, связан с освоением различных равновесных элементов, как одного из условий, влияющих на техническую сложность произвольных серий, а в конечном итоге и на окончательную оценку за представленную соревновательную композицию. Равновесные элементы в художественной гимнастике являются сложнокоординационными и занимают особую ступень в развитии такого качества как координация, как у юных спортсменок, так и у гимнасток мирового уровня. В статье рассматривается вопрос изменения способности равновесия у гимнасток-художниц в зависимости от возраста. Показаны количественные величины этой способности в статическом равновесии и определен чувствительный период её формирования. Определено, что в диапазоне от 6-ти до 10-ти лет у гимнасток-художниц, возраст 8–9 лет является чувствительным по отношению к удержанию равновесия. Важно в этом возрасте более усиленно поработать над формированием способности равновесия. Полученные результаты достоверно ($P \leq 0,05$) отражают динамику равновесия в зависимости от возраста занимающихся.

Ключевые слова: Координация, равновесие, динамика, «вытяжка в сторону», «ласточка», «кольцо», «пенше», «турлянь»

**DYNAMICS OF STATIC BALANCE OF FEMALE ATHLETES AGED 6–10
IN RHYTHMIC GYMNASTICS****Guseva E.V.***National Research Tomsk State University, Tomsk,
e-mail: zyzga@mail.ru*

The ability to maintain balance is part of the structure of coordination abilities, the level of development of which determines, in particular, the quality of the development of vestibular stability through various exercises to maintain balance. Further progress in rhythmic gymnastics, as an Olympic sport, is associated with increased competition in rhythmic gymnastics for world leadership. In studying this problem, it is important to take into account everything: from the technique of performing exercises to building the composition of competitive programs, as well as views into the future, with the prediction of factors that affect the success of performances at competitions not only at the regional level, but also at the all-Russian and world level. In this regard, many researchers agree that further progress in the development of rhythmic gymnastics, as a sport, is associated with the development of various equilibrium elements, as one of the conditions that affect the technical complexity of the free series, and ultimately, the development of various equilibrium elements.

Keywords: Coordination, balance, dynamics, «pull to the side», «swallow», «ring», «penche», «turlian»

В наше время те тренеры, которые хотят добиться высоких спортивных результатов, широко пользуются научными достижениями в сфере физической культуры и спорта. Не обошло данное явление и такой вид занятий как художественная гимнастика. В Российской художественной гимнастике для достижения высоких результатов не устанно ведется поиск оптимальных методов совершенствования тренировочного процесса. Научные исследования в этом виде спорта охватывают широкий спектр проблем: от методики тренировок с обоснованием рациональной техники выполнения упражнений, развитием двигательных ка-

честв в возрастном аспекте, взаимосвязи техники и физических качеств гимнасток, отбором – до методов контроля за состоянием спортсменок и готовности к соревнованиям и многими другими вопросами [1]. В последнее время актуальными становятся темы исследований, связанные с модельными характеристиками гимнасток. В многолетнем тренировочном процессе рассматриваются модельные характеристики и параметры антропометрических показателей, физических качеств, технической подготовленности. Определяются на основе модельных характеристик нормативные показатели для спортивной квалификации

спортсменки. Изучаются вопросы координационных способностей, ловкости, равновесия. И.А. Винер и другие подчеркивают, что «качественное освоение равновесий является условием для дальнейшего освоения и совершенствования техники, более сложных по структуре и координации элементов, отчего, в свою очередь, зависит техническая ценность композиций и успешность выступлений гимнасток на соревнованиях в перспективе» [2]. Показано, что координационные способности (КС) включают в себя такие подсистемы как ловкость и равновесие. Исследованиями показано, что такой способности, как координация, придается большое значение во многих видах спорта. Её изучение позволяет оптимизировать тренировочный процесс. Например, уточнение сенситивных периодов проявления координационных способностей, в частности такого её компонента как равновесие, важно для тех видов спорта, где именно этот компонент является ведущим (спортивная и художественная гимнастика, акробатика, батут) в технической подготовке [3]. И тем более это важно, если этот компонент оценивается во время соревнований (минусуются баллы как за ошибку в случае потери равновесия). К сожалению, в художественной гимнастике, в настоящее время, нет достаточных сведений о количественных проявлениях этой способности в возрастном аспекте. Поэтому вопросы, связанные с проявлением этой способности у гимнасток-художниц весьма актуальны, так как в соревновательных комбинациях, практически во всех упражнениях, гимнастками представлены статические или динамические равновесия.

Цель исследования: определить динамику статического равновесия у гимнасток-художниц 6–10 лет.

Материалы и методы исследования

Аналізу подверглось 17 литературных источников, освещающих проблему координационных способностей в таком виде спорта как художественная гимнастика, для достижения цели исследования применялось тестирование такого компонента координационных способностей как статическое равновесие, для выяснения достоверных изменений показателей статического равновесия применялись различные методы математической статистики. Организация исследования заключалась в обследовании 99 гимнасток-художниц возраста 6, 7, 8, 9, 10 лет на координационные способности «статическое равновесие». Гимнастками выполнялось два теста: «Равновесие ла-

сточка» и тест «Равновесие Пассе» после кувырка вперед. Перед испытуемыми ставилась задача удержания равновесия как можно дольше. Применялся секундомер, с точностью фиксации времени до 0,1 с. В каждой возрастной группе было от 18 до 20 испытуемых.

Результаты исследования и их обсуждение

Непосредственно изучению равновесия в художественной гимнастике было посвящено незначительное количество работ. Выполненные исследования раскрывают проблему совершенствования КС, в частности равновесия, но не в полной мере. Частично проблема освещена в работах [4].

Равновесия классифицируются как статические и динамические. К статическим равновесиям относятся сложнокоординационные элементы, выполнение с высокой амплитудой и фиксацией позы не менее трех секунд. Например, к ним относят такие равновесия как «вытяжка в сторону», «ласточка», «кольцо» и другие. Такие статические элементы могут быть выполнены в различных положениях с подъемом ноги в сторону, назад, в «кольцо», с наклоном туловища в разные стороны, например положение «пэнше». К динамическим равновесиям относят все те же самые положения туловища и ног, но при этом гимнасткой выполняется движение во круг продольной оси. Такие равновесия называются «турляны» – небольшие переступания пяткой при опоре на полупальце. В зависимости от сложности исполнения таких равновесия, определяется и его техническая стоимость. К ним относят как статические равновесия – в позах, так и динамические – в движении (турляны). Равновесия являются обязательными элементами и относятся к технике упражнения в художественной гимнастике. Равновесия присутствуют во всех программах соревновательного многоборья, как с предметами, так и в упражнении без предмета. Наш анализ содержания равновесных элементов в программах многоборья показывает, что оно различается в зависимости от гимнастического предмета. В упражнениях с булавами элементы равновесия преобладают и занимают почти 80% программы, а в остальных предметах доминируют другие элементы, где равновесия занимают до 20% программы. Таким образом, содержание соревновательных композиций включает в себя довольно значительный объем элементов равновесия, и играет важную роль при выведении окончательной оценки.

Таблица 1

Характеристика координационных способностей в спортивной деятельности

№ п/п	Способность	Характеристики способности	Спортсмены
1	Дифференцировка различных параметров двигательного действия	Временные, пространственные, силовые	Высокой квалификации
2	Ориентирование в пространстве	Способность человека сохранить устойчивое положение тела в условиях разнообразных движений и поз	Эта разновидность координации является определяющей для прыгунов в воду, батутистов, воздушных гимнастов, космонавтов в условиях невесомости и т.п.
3	Сохранение равновесия	Однако чаще всего проявление равновесия зависит от соматосенсорной и вестибулярной систем	В фигурном катании на коньках, гимнастике спортивной и художественной, горнолыжном спорте, акробатике, эстетической гимнастике
4	Тонкое мышечное чувство	В мышцах и сухожилиях находятся рецепторы, регистрирующие растяжение и степень сокращения мышц	Игра теннисной ракеткой в настольном теннисе; чувство гимнастического снаряда в художественной гимнастике и спортивной гимнастике (мяч, брусья, вольные упражнения)
5	Воссоединение различных двигательных действий	Движения в разнонаправленных двигательных действиях разными частями тела (одновременно, последовательно, в произвольном порядке)	В художественной и спортивной гимнастике, синхронном плавании, фигурном катании на коньках, аэробике, акробатике, эстетической гимнастике
6	Способность к управлению временем двигательных реакций	Это способность целенаправленно выполнять двигательные действия с учётом возникновения различных помех	Эта разновидность координации является значимой в единоборствах, спортиграх и т.п.
7	Способность к перестраиванию движений	Это способность человека мгновенно менять характер двигательных действий в соответствии с внезапно изменившимися условиями их выполнения	В спорте она имеет большое значение в спортиграх, т.к. очень часто по ходу игры спортсмены вынуждены менять свои первоначальные намерения, на ходу перестраивая уже начатые движения

Равновесия относят к сложнокоординационным движениям тела. Поэтому в тренировочном процессе гимнасток уделяется большое внимание развитию координационных способностей для совершенствования равновесных элементов.

КООРДИНАЦИЯ – это способность человека рационально согласовывать движения звеньев тела при решении конкретных двигательных задач [5].

Двигательных задач в художественной гимнастике очень много (табл. 1).

Данные таблицы представлены на основании литературных данных. Результаты анализа показывают, что координационные способности в различных видах спорта проявляют себя по-разному. И подразделяются на несколько характеристик. Таких как, дифференцировка различных параметров двигательного действия, ориентирование в пространстве, сохранение равновесия, тонкое мышечное чувство, воссоединение

различных двигательных действий, способность к управлению временем двигательных реакций, способность к перестраиванию движений. Но в художественной гимнастике явно выражен их комплексный характер: характер двигательных действий в этом виде спорта очень разнообразен и сохранение равновесий во многих упражнениях играет важную роль. Характеристики, представленные в таблице, требуют комплексного развития координационных способностей в художественной гимнастике вне зависимости от возраста и периода подготовки.

Рассмотрим, как изменяется с возрастом такой показатель координационных способностей юных гимнасток-художниц, как равновесие (рис. 1), которому придается большое значение в тренировке спортсменок. Способность сохранять равновесие входит в структуру координационных способностей, уровень развития которых

определяет качество развития вестибулярной устойчивости посредством теста «Равновесие ласточка».

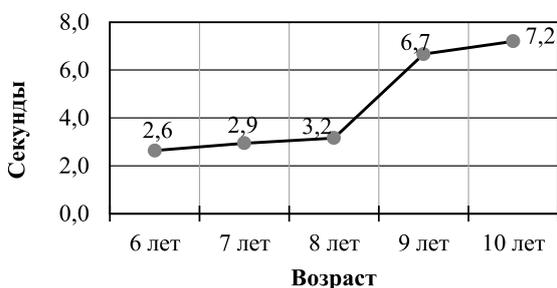


Рис. 1. Динамика показателей теста «Равновесие ласточка» у гимнасток-художниц 6–10 лет

Исходный уровень показателя в тесте «Равновесие ласточка» составляет 2,6 с и отмечается у гимнасток первого года обучения в возрасте шесть лет (табл. 2).

Анализ теста «Равновесия ласточка» показывает, что из года в год наблюдается устойчивый рост показателей. За период первых трех лет от 6-ти до 8-ми лет прирост был незначительный, а в возрасте от 8-ми до 9-ти лет он показывает самый высокий прирост показателей, который составляет 152,9%. За весь рассматриваемый возрастной период от 6-ти до 10-ти лет включительно, прирост составил 173,1%. Данные приросты статистически досто-

верны. Среднее время удержания равновесия, показанное гимнастками в этом тесте в 7 лет, составляет 2,9 с. По отношению к показателям гимнасток начального года обучения, данные показатели увеличились на 0,3 с. Эта прибавка эта несущественная и статистически незначимая ($p > 0,05$).

В 8 лет изменение составляет 3,5 с. А в 9 лет гимнастки показывают результат 6,5 с, который на 3,9 с больше исходного, показанного в 6 лет.

В возрасте от 9-ти до 10-ти лет отмечается незначительное улучшение рассматриваемого показателя на 8,0%, или на 0,53 с. В итоге гимнастки в 10 лет показывают результат 7,2 с, который на 4,56 с больше исходного. Таким образом, за весь рассматриваемый период (5 лет) прирост показателя в данном тесте ведет к улучшению результата в 2,7 раза. Стоит отметить, что наиболее интенсивный прирост данного показателя отмечается в возрасте от 8-ми до 9-ти лет.

В возрасте 6-ти лет данное задание по абсолютной величине меньше чем в тесте «Равновесие ласточка». Это обусловлено тем, что возникающих ситуациях после кувырка вперед сложнее удержать равновесие. У детей начальной подготовки в возрасте 6-ти лет результат в этом тесте равен 1,6 с, а через год в возрасте 7-ми лет изменение составляет 0,4 с и результат равен 2,0 с. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 2

Статистические показатели теста «Равновесие ласточка» у гимнасток 6–10 лет, с

№ п/п	Статистические показатели	\bar{X}	σ	m
1	Равновесие на левой (правой) ноге – «Ласточка» (6 лет, n = 22), с	2,6	1,43	0,31
2	Равновесие на левой (правой) ноге – «Ласточка» (7 лет, n = 17), с	2,9	1,03	0,25
3	Равновесие на левой (правой) ноге – «Ласточка» (8 лет, n = 19), с	3,2	1,61	0,37
4	Равновесие на левой (правой) ноге – «Ласточка» (9 лет, n = 21), с	6,5	2,76	0,60
5	Равновесие на левой (правой) ноге – «Ласточка» (10 лет, n = 20), с	7,2	2,24	0,50

Таблица 3

Статистические показатели теста «Пассе», после кувырка вперед у гимнасток 6–10 лет, с

№ п/п	Статистические показатели	\bar{X}	σ	m
1	Равновесие «Пассе», после кувырка вперед, (6 лет, n = 22), с	1,6	1,30	0,28
2	Равновесие «Пассе», после кувырка вперед, (7 лет, n = 17), с	2,0	1,17	0,28
3	Равновесие «Пассе» после кувырка вперед, (8 лет, n = 17), с	3,8	1,13	0,26
4	Равновесие «Пассе», после кувырка вперед, (9 лет, n = 21), с	7,2	2,81	0,61
5	Равновесие «Пассе», после кувырка вперед, (10 лет, n = 20), с	8,2	2,05	0,46

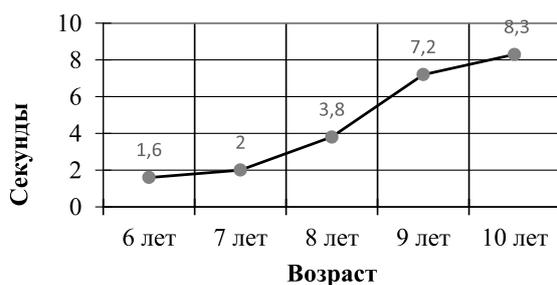


Рис. 2. Динамика показателей теста равновесие «Пассе» у гимнасток-художниц 6–10 лет

Динамика изменения результатов удержания равновесия в другом тесте, равновесие «Пассе», приведена на рис. 2.

К 8-ми годам наблюдается еще большее увеличение результата. Время удержания равновесия увеличивается на 1,8 с и результат в тесте «равновесие Пассе» составляет 3,8 с. Следующие два года также характерны увеличением времени, показанного на удержание равновесия. Из них промежуток от 8-ми до 9-ти лет характеризуется наибольшим темпом цепного прироста исследуемого теста и составляет 91,0% ($P < 0,001$). И время последующего года (от 9-ти до 10-ти лет) имеет наименее выраженный, недостоверный характер прироста результата (14,0%), при $P > 0,05$ [6, с. 107].

Заключение

Экспериментальные данные, полученные у гимнасток-художниц в возрасте от 6-ти до 10-ти лет по такому компоненту координационных способностей как «Равновесие», позволяют на основе их анализа сделать следующие выводы:

1. Динамика теста «Равновесие на левой, правой» характерна тем, что изучаемая

способность увеличивается по своей величине в возрастном диапазоне гимнасток-художниц от 6-ти до 10-ти лет.

2. Тесты «Равновесие на левой, правой» и «Равновесие Пассе» типичны по своей динамике. В обоих тестах у гимнасток-художниц отмечается недостоверный прирост этой способности от 6-ти до 7-ми лет и от 9-ти до 10 лет. Возраст же от 7-ми до 9-ти лет характерен достоверным приростом исследуемой способности в этих двух тестах ($P < 0,001$).

3. Возраст гимнасток-художниц от 8-ми до 9-ти лет является сенситивным в плане развития равновесия.

4. Полученные данные способности к равновесию уточняют сенситивный период гимнасток-художниц и определяют его в возрасте от 8-ми до 9-ти лет.

Список литературы

1. Винер-Усманова И.А. Интегральная подготовка в художественной гимнастике: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2013. 47 с.
2. Винер-Усманова И.А. Теория и методика художественной гимнастики. Артистичность и пути ее формирования: учебное пособие. М.: Человек, 2014. 120 с.
3. Карпенко Л.А., Румба О.Г. Теория и методика физической подготовки в художественной и эстетической гимнастике: учебное пособие. М.: Советский спорт, 2014. 264 с.
4. Огурцова У.М., Степанова И.А. О необходимости научно-обоснованного подхода к определению содержания специальной подготовки при освоении равновесий эстетической гимнастики с наклоном и поворотом туловища // Научные исследования и разработки в спорте: вестник аспирантуры и докторантуры / Под ред. Е.Н. Медведевой. СПб., 2017. Вып. 25. С. 21–24.
5. Загrevский О.И., Безносилова Е.В. Динамика прыгучести юных гимнасток-художниц // Теория и практика физической культуры. 2017. № 4. С. 85–88.
6. Гусева Е.В. модельные характеристики специальной физической подготовленности гимнасток-художниц 6–10 лет как фактор управления тренировочным процессом: дис. ... канд. пед. наук. Томск, 2018. 169 с.

УДК 378.1

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕПРЕРЫВНОМ ИНОЯЗЫЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Исаева О.Н., Сомова С.В.

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань,
e-mail: s.somova@365.rsu.edu.ru, o.isaeva@365.rsu.edu.ru*

В статье рассматриваются современные дистанционные технологии, которые применяются при обучении иностранному языку школьников, студентов бакалавриата и магистратуры направления подготовки «Педагогическое образование», а также слушателей программы профессиональной переподготовки. Авторы анализируют несколько опросов, проведенных среди школьников, студентов и преподавателей с целью исследования эффективности обучения в дистанционном формате, его преимуществ и недостатков по сравнению с традиционной формой обучения, с учетом уровня сформированности ИКТ-компетенции у обучающихся и учителей и приходят к выводу о том, что наиболее полно и достоверно дистанционный формат обучения представляют молодые педагоги, которые имеют не только опыт получения образования онлайн, но и опыт ведения занятий с использованием цифровых технологий. Что касается более зрелых учителей иностранного языка, имеющих достаточно большой опыт работы в школе, они менее четко представляют, как организовать обучение в онлайн-формате. Рассматривается также опыт проведения педагогической практики в онлайн-формате и подготовки к ней будущих учителей иностранного языка. Авторы приходят к выводу, что практическая подготовка обучающихся должна учитывать современные вызовы времени и быть направлена на более подробное изучение дистанционных приемов и онлайн-инструментов для организации обучения в смешанном формате.

Ключевые слова: дистанционные технологии, онлайн-инструменты, непрерывное иноязычное образование, педагогическое образование

DISTANCE TECHNOLOGIES IN CONTINUOUS FOREIGN LANGUAGE EDUCATION

Isaeva O.N., Somova S.V.

*Ryazan State University named for S. Esenin, Ryazan,
e-mail: s.somova@365.rsu.edu.ru, o.isaeva@365.rsu.edu.ru*

The article describes modern distance technologies used in teaching foreign languages to schoolchildren, students of Bachelor's and Master's programmes in teacher training education and in refreshing courses for teachers of foreign languages. The authors analyze several surveys done by schoolchildren, students and teachers aimed at exploring the efficiency of distance education, revealing its advantages and disadvantages in comparison with the traditional form taking into account the level of formation of ICT competence among students and teachers, they come to the conclusion that the most complete and reliable distance learning format is represented by young teachers who have not only experience in online education, but also experience in conducting classes using digital technologies. As for the more mature teachers of a foreign language with a fairly large experience of working in school, they are less clear on how to organize online education. The authors share their experience of preparing for and organizing school practice for students online within the framework of practical training of future foreign language teachers. The authors come to the conclusion that practical training process should take into consideration modern challenges and be aimed at more detailed study of distance technologies and online instruments for their successful combination with traditional techniques.

Keywords: distance technologies, online instruments, continuous foreign language learning, teacher training

В настоящее время популярность и распространенность дистанционных технологий достигли такого пика подъема, что ни у кого не возникает сомнений относительно актуальности использования приемов и методов обучения в цифровом формате на всех ступенях образовательного процесса. Стоит заметить, что внедрение в последние несколько лет отдельных форм и приемов дистанционного обучения (дистанционные курсы, видеолекции, социальные сети) в качестве дополнения к основной образовательной программе значительно облегчило преподавателям и студентам процесс перехода на онлайн-обучение в период пандемии. Однако

мы согласны с современными исследователями в области цифровизации образования в том, что «столь стремительный переход образовательных организаций на дистанционную форму обучения остро ставит вопросы о том, способны ли сейчас цифровые технологии предложить адекватные инструменты, ресурсы и сервисы для организации удобной и продуктивной работы в цифровой среде и обеспечить в ней реализацию полноценного образовательного процесса» [1, с. 5].

Использование дистанционного режима работы в непрерывном образовании особенно актуально для педагогов, как школьных, так и вузовских, для студентов педагогиче-

ских направлений подготовки, поскольку любой опыт участия в такого рода занятиях и выполнение заданий в электронной образовательной среде дают неоценимый опыт, который в дальнейшем будет применим в профессиональной деятельности.

В проекте Профессионального стандарта «Педагог начального общего, основного общего, среднего общего образования» одной из трудовых функций педагога является «применение информационно-коммуникационных технологий для формирования цифровой образовательной среды в классе» [2]. Таким образом, актуальность темы исследования подтверждается требованиями, предъявляемыми профессиональными и образовательными стандартами.

Участники образовательного процесса понимают, с одной стороны, что переход на дистанционный формат на постоянной основе невозможен в силу разных причин (отсутствие живого общения; технические сложности; проблемы, связанные с проведением лабораторных исследований; или, в случае с иностранным языком, с организацией общения, с постановкой произношения, особенно на начальном этапе и т.д.). С другой стороны, осознавая тот факт, что цифровизация стала неотъемлемой частью образовательного процесса, педагоги-исследователи совершенно справедливо ставят перед собой цель – изучить возможные варианты использования онлайн-обучения для различной целевой аудитории, предложить стратегии планирования и проведения урока иностранного языка для разных возрастных категорий обучающихся, сформировать компетенции учителя иностранного языка, необходимые для организации обучения в дистанционном формате.

Таким образом, целью данного исследования стал анализ анкетирования студентов педагогических направлений подготовки с целью выяснения эффективности внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс, их преимуществ в сравнении с традиционным обучением и минимизации неудобств, как в условиях, предусматривающих исключительно онлайн-формат обучения, так и в условиях смешанного обучения.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужил анализ и обобщение опыта работы на разных ступенях образовательного процесса в высшем учебном заведении (главным образом бакалавриат и магистратура направления подготовки «Педагогическое образование»), опыта реализации программ

профессиональной переподготовки, в том числе для учителей иностранного языка школ Рязанского региона. Авторами были также проведены опросы с целью выявления отношения респондентов к онлайн-обучению, выяснения эффективности внедрения дистанционных технологий в учебный процесс и необходимых для этого профессиональных компетенций педагога.

Использовались такие методы исследования, как эмпирические (наблюдение, сравнение) и математические (подсчет ответов при анкетировании).

Результаты исследования и их обсуждение

Как известно, период самоизоляции, объявленный в период пандемии весной 2020 г., поставил перед образовательными учреждениями задачу продолжить обучение, не теряя качественных показателей. С целью успешной организации онлайн-обучения и анализа первого опыта применения дистанционных технологий в широком масштабе, были проведены опросы, анкетирование, организованные на разных уровнях и с разными целями. Так, например, онлайн-анкетирование обучающихся в РГУ имени С.А. Есенина показало, что «53,3% студентов оценивают качество дистанционного обучения как «отличное» и «хорошее», 76,4% опрошенных положительно отзываются о дистанционной форме обучения, 46,5% отмечают, что уровень мотивации к учебе у них не изменился, у 12,9% мотивация увеличилась» [3].

Нами также был проведен опрос и сравнительный анализ ответов студентов бакалавриата и магистратуры направления подготовки «Педагогическое образование» на вопросы анкеты с целью определить их отношение к онлайн-обучению, в том числе отношение молодых преподавателей к организации и подготовке занятий в дистанционном формате. Материалы исследования были использованы при обсуждении на круглом столе «Образ учителя иностранного языка: online vs offline». В результате анализа материалов анкетирования мы приходим к следующим выводам: практический опыт работы в школе или ином образовательном учреждении предоставляет молодым педагогам большую уверенность в своих профессиональных качествах, информационной компетентности, дает более объективную картину преимуществ и недостатков дистанционного образования, определяет вектор дальнейшего развития и профессионального роста. В связи с этим общая тенденция к практико-ориентированному обучению с обильной практикой взаимо-

действия с образовательными учреждениями и обучающимися во время разного вида практик является залогом успешного формирования профессиональной компетентности будущего педагога» [4].

Использование информационно-коммуникационных технологий в педагогической деятельности находилось в центре внимания ученых и исследователей и до необходимости перехода на дистанционное обучение, но тогда это было частью традиционного формата обучения (просмотр видеофильма на уроке, выполнение поисковых заданий с использованием всемирной сети, общение на иностранном языке через социальные сети и т.д.) [5, с. 47]. Теперь происходит переосмысление приемов и подходов к обучению, планированию занятий и подготовки студентов, обладающих соответствующей компетенцией, к работе в школе в качестве учителя, в нашем случае, учителя иностранного языка.

Так, в работе Д.А. Качемировой рассматривается использование информационно-коммуникационных технологий в процессе формирования умений конструирования содержания обучения и методического инструментария у будущих преподавателей иностранных языков, которые помогают «создать условия для проектирования студентами собственных маршрутов в освоении содержания учебных дисциплин, формирования у них опыта осуществления педагогической диагностики, педагогического целеполагания, конструирования содержания обучения и методического инструментария, рефлексии, метапредметного опыта в целом» [6, с. 41]. Непрерывность иноязычного образования проявляется как раз в том, что все, чему студента научат в вузе, весь опыт, который он получит на занятиях в дистанционном формате, все инструменты, которыми он овладеет как обучающийся, могут быть перенесены в профессиональную деятельность, когда он будет проходить в школе педагогическую практику, когда, получив диплом бакалавра, войдет в класс или проявит желание получить более углубленные знания в магистратуре.

Во время педагогической практики студентами направления подготовки «Педагогическое образование» был проведен опрос об отношении школьников к дистанционному формату обучения. Приведем данные опроса, который был проведен в МБОУ «Школа № 32» г. Рязани студенткой четвертого курса РГУ имени С.А. Есенина А.А. Зараян. Опрос состоял из 9 вопросов, на которые предлагалось ответить следующим образом: да / нет / не уверен.

40% школьников уверены, что дистанционное обучение никогда не заменит школу, а 27% все же хотели бы постоянно учиться удаленно. Только 13% подростков отметили, что стали чувствовать нехватку общения с другими учениками. Те, кто ответили, что не ощущают нехватки общения, мотивировали это тем, что они продолжали общаться со своими одноклассниками. Только 20% учеников отметили, что почувствовали нехватку общения с педагогами, что, по всей видимости, означает, что обучение в дистанционном формате предполагало тесный контакт обучающихся с учителями. Что касается времени, затраченного на выполнение домашнего задания, 76% школьников отметили увеличившийся объем заданий для самостоятельной работы. Больше половины школьников также отметили повысившуюся утомляемость во время дистанционного обучения. Большое количество времени, которое ученики проводили за компьютерами во время онлайн-обучения в период пандемии, отрицательно сказывается на здоровье: проблемы со зрением, опорно-двигательным аппаратом, гиподинамия, отсутствие свежего воздуха.

Подавляющее большинство учащихся поддерживали связь с учителями через социальные сети и электронный дневник. Готовые видеоуроки по темам школьной программы на различных онлайн-ресурсах просматривали 73% опрошенных учеников. Однако дети сообщили, что делали это дополнительно, по собственной инициативе, чтобы лучше разобраться в изучаемой теме, а не по заданию учителя. 40% опрошенных уверены, что к экзаменам можно успешно подготовиться удаленно. Объективно оценить положение с дистанционным обучением в школьном образовании представляется невозможным в связи с небольшой репрезентативностью данных анализируемого опроса. Необходимо более глубокое изучение проблемы с привлечением к анализу учителей и руководителей образовательных учреждений. Однако даже предварительный анализ ответов учащихся высвечивает ряд проблем: отсутствие у учителей опыта работы на онлайн-платформах, подмена обучения заданиями и большая нагрузка для учащихся. Следует учесть и тот факт, что не все учащиеся подходили серьезно к такому формату обучения, воспринимая этот период как время отдохнуть, не посещая школу, как это бывает в каникулярное время.

Весной 2020 г. мы имели первый опыт проведения онлайн-лекций и семинаров по дисциплине «Методика обучения иностранному языку» на платформе DreamStudy, Zoom, Skype. Студенты четвертого

курса, которые находились в это время на педагогической практике, начали впервые организовывать обучение дистанционно, сначала с помощью социальных сетей VKontakte, мессенджеров Viber, WhatsApp или по электронной почте, а через некоторое время и в формате видеоконференции. Проектно-технологическая практика магистрантов также прошла в дистанционном формате, когда магистранты представили свои проекты по темам исследования и организовали в группах студентов, изучающих методику, работу по заданию, связанному с темой их выпускной квалификационной работы и соответствующую определенную тему по программе дисциплины. Так, например, было дано задание студентам: подобрать интерактивные приемы работы для учащихся при обучении фонетике, лексике и грамматике на уроке иностранного языка. Положительную роль сыграло то, что студенты к этому моменту уже имели достаточный опыт работы в электронно-информационной образовательной среде вуза, в том числе на платформе MOODLE.

В 2020–2021 учебном году мы предусмотрели более подробное знакомство студентов с онлайн-инструментами для работы на уроке иностранного языка. Так, студентка пятого курса П.Д. Симачева, имеющая опыт работы в Центре дистанционного образования, где обучение осуществляется только онлайн, проводила мастер-класс для студентов второго курса в рамках учебной ознакомительной практики, которая является частью практической подготовки обучающихся по программе бакалавриата направления подготовки «Педагогическое образование». Подробно были рассмотрены явные преимущества и слабые стороны дистанционного образования, в особенности для детей с ограниченными возможностями здоровья, охарактеризованы используемые ресурсы, приведены примеры планирования урока иностранного языка, а также интегрированных уроков, направленных на достижение метапредметных результатов.

Нами также был проведен онлайн-опрос студентов направления подготовки «Педагогическое образование» (бакалавриат и магистратура) с целью выяснения готовности к ведению профессиональной деятельности в дистанционном формате. Всего было опрошено более 50 студентов четвертого и пятого курсов бакалавриата направления подготовки «Педагогическое образование» и более 30 магистрантов, подавляющая часть которых являются учителями иностранного языка в средних общеобразовательных школах или учреждениях среднего профессионального образования (колледжах).

Студентам было предложено отметить среди предложенных в списке инструментов те, которые относятся к дистанционным технологиям. Среди перечисленных были: социальные сети, вебинарные платформы, дистанционные курсы, видеоконференции, видеозаписи лекций. Подавляющее большинство студентов ответили, что все из перечисленного можно отнести к дистанционным технологиям (75%). Однако остальные выбрали лишь некоторые из предложенных, что свидетельствует о том, что либо они не знакомы с некоторыми из онлайн-инструментов, либо не пользовались ими, либо не в полной мере понимают, что имеется в виду в каждом конкретном случае. Магистранты показали более высокий процент правильных ответов по сравнению с бакалаврами (83%). На наш взгляд, это объясняется тем, что они практически все являются действующими учителями, т.е. активно пользуются этими инструментами или, по крайней мере, знакомы с ними.

Второй вопрос предполагал высказывание мнения по поводу того, для чего нужны дистанционные технологии (предполагаемые ответы: для разнообразия; как дополнение к традиционной форме обучения; для более глубокого изучения сложных тем в домашних условиях; для повторения учебного материала; для тех, кто не может посещать занятия: болезнь, травма, ограниченные возможности здоровья; в период нестабильной обстановки: эпидемия, погодные условия, нестандартные ситуации). Здесь респонденты показали разброс мнений. Хотя большинство из них считает, что онлайн-формат используется в период нестабильной обстановки (64%), другие указывают такие варианты, как дополнение к традиционной форме обучения (18%). Среди студентов совсем небольшое количество опрошенных выбрали ответ – для тех, кто не может посещать занятия (6%). Среди магистрантов такие ответы составили 67%, что говорит о том, что молодые педагоги рассматривают дистанционное образование не как временный формат в период пандемии, а скорее как неотъемлемую часть образовательного процесса, в том числе как часть политики инклюзивного образования.

На вопрос о том, какие дистанционные технологии используются в вашем учебном заведении (социальные сети; вебинарные платформы; дистанционные курсы; видеоконференции; видеозаписи лекций; все перечисленные), бакалавры перечислили некоторые из них, лишь 42% ответили, что все из предложенных используются в обучении студентов. Следует заметить, что 100% магистрантов считают, что используются

все указанные технологии. Мы полагаем, что в силу того, что обучение магистрантов продолжается как минимум на два года больше, они имели возможность получить больше опыта в этой области. Возможно, они более осведомлены о различных вариантах дистанционного образования, в отличие от студентов бакалавриата.

Отвечая на вопрос, на каком этапе образования дистанционные технологии наиболее приемлемы, респонденты были в основном единогласны в выборе ответа: бакалавры считают, что во время их обучения по программе бакалавриата (60%), а магистранты полагают, что в магистратуре (100%). Однако небольшой процент ответов бакалавров все же приходится на период школьного образования, главным образом на старшие классы (28%).

Идентичны показатели при ответе на вопрос, что предпочитают респонденты: дистанционное или традиционное образование. В обеих группах 33% выбрали онлайн формат, 67% – традиционный формат обучения. Среди недостатков дистанционного обучения респонденты отмечают отрицательное влияние на самочувствие (48%); отсутствие личного контакта с учителем (27%); отсутствие технических возможностей (15%); трудность в самостоятельном изучении тем (6%) и невозможность получения непосредственного ответа на вопрос (3%). Действительно, и школьники, и студенты, столкнулись с проблемой технического обеспечения онлайн-обучения (наличие компьютера, доступа в интернет).

Среди преимуществ дистанционного обучения студенты выделяют эффективность в особых условиях обучения (ограниченность в передвижении, заболевание, пандемия, погодные условия и т.д.): такие ответы составляют 48%. 33% опрошенных считают, что это экономит время, так как не нужно добираться до места учебы, 6% отмечают гибкий график работы как преимущество дистанционного формата обучения. В ответах магистрантов на первое место выходит гибкий график работы (50%). Это объясняется тем, что им приходится сочетать учебу и работу в школе.

Заклучение

Анализ результатов проведенного анкетирования показал, что наиболее полно и достоверно дистанционный формат обучения представляют молодые педагоги, которые имеют не только опыт получения образования онлайн, но и опыт ведения занятий с использованием цифровых технологий. Что касается более зрелых учителей иностранного языка, имеющих достаточно

большой опыт работы в школе, они менее четко представляют, как организовать обучение в онлайн формате. Этот вывод является следствием опыта работы преподавателей кафедры иностранных языков института истории, философии и политических наук по реализации программы профессиональной переподготовки учителей, часть которой как раз пришлась на пандемию. Часть программы, которая осуществлялась через использование платформы MOODLE с размещением заданий, была более доступна слушателям программы, а часть, которая осуществлялась с подключением к видеоконференциям на платформе DreamStudy, вызвала трудности в связи с недостаточной компетентностью преподавателей, не использовавших ранее в своей работе такие ресурсы. Однако дальнейший ход событий, переход всего образования в онлайн-формат поставил перед учителями задачу овладеть более глубоко информационно-коммуникационной компетенцией.

Что касается студентов, молодежь в целом является более гибкой аудиторией при овладении современными информационными и дистанционными технологиями. Однако и здесь существуют проблемы. Как преподаватели вуза, мы видим свою миссию не только в том, чтобы использовать эти технологии в учебном процессе, но и в том, чтобы научить студентов пользоваться ими в профессиональной сфере, дать практический опыт подготовки к использованию онлайн-инструментов в иноязычном образовании. Это возможно только при объединении усилий всех преподавателей и интеграции умений, полученных на занятиях смежных дисциплин.

Список литературы

1. Карлов И.А., Ковалев В.О., Кожевников Н.А., Патаракин Е.Д., Фрумин И.Д., Швиндт А.Н., Шонов Д.О. Экспресс-анализ цифровых образовательных ресурсов и сервисов для организации учебного процесса школ в дистанционной форме // Современная аналитика образования. 2020. № 4 (34). С. 5–10.
2. Документ-проект Профессиональный стандарт педагога [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/dokumentproekt-professionalniy-standart-pedagoga-2007667.html> (дата обращения: 17.04.2021).
3. Минаев А.И., Исаева О.Н., Кирьянова Е.А., Горнов В.А. Особенности организации деятельности вуза в условиях пандемии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29858> (дата обращения: 17.04.2021).
4. Сомова С.В. Образ современного учителя иностранного языка: online vs offline // Современные проблемы лингводидактики: сб. науч. тр. 2020. С. 79–83.
5. Лескова С.Г. Технологии дистанционного обучения в изучении английского языка // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2013. № 3. С. 46–47.
6. Качемирова Д.А. Информационно-коммуникационные технологии в процессе формирования умений конструирования содержания обучения и методического инструментария у будущих преподавателей иностранных языков // Иностранные языки в школе. 2020. № 5. С. 39–46.

УДК 378.14:372.881.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В УСЛОВИЯХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Левандровская Н.В., Хамула Л.А.

*ФГКВБОУ ВО «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков
имени Героя Советского Союза А.К. Серова», Краснодар, e-mail: xla-1411@mail.ru*

В статье дается оценка эффективности внедрения персонафицированных технологий обучения курсантов иностранному языку в условиях педагогического эксперимента, определяется степень влияния персонафицированных технологий на повышение успеваемости обучающихся на основе роста их познавательной активности и мотивации в обучении, нравственно-личностного роста, реализации индивидуальных возможностей участников эксперимента в зависимости от их языковой подготовки. Помимо этого в работе определяется, что инновационной в процессе персонафицированного обучения стала возможность формирования курсантами собственного образовательного маршрута в соответствии с личностными характеристиками и профессиональными предпочтениями, индивидуальным темпом продвижения в изучении иностранного языка, возможностью корректирования своих действий при самооценке результатов обучения. Также в статье описывается экспериментальное исследование, начиная от диагностического тестирования курсантов экспериментальных и контрольных групп и заканчивая итоговым тестированием с акцентом на индивидуальном характере познавательной деятельности обучающихся. По результатам эксперимента делается вывод, что у курсантов экспериментальных групп помимо положительной динамики формальных показателей успеваемости произошло повышение самооценки за счет раскрытия их личностных ресурсов как активных субъектов образовательного процесса, сознательно организующих свою учебную деятельность.

Ключевые слова: персонафицированные технологии обучения, педагогический эксперимент, тестирование, повышение успеваемости обучающихся, разноуровневое обучение

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PERSONALIZED LEARNING TECHNOLOGIES OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING WITHIN THE CONDITIONS OF A PEDAGOGICAL EXPERIMENT

Levandrovskaya N.V., Khamula L.A.

*Krasnodar Air Force Institute for Pilots named after the Hero of the Soviet Union A.K. Serov,
Krasnodar, e-mail: xla-1411@mail.ru*

The article deals with the effectiveness of the introduction of personalized learning technologies for cadets training in the sphere of a foreign language in the conditions of a pedagogical experiment, determines the degree of influence of personalized learning technologies on improving cadets' performance on the basis of the growth of their cognitive activity and motivation in learning, moral and personal growth, realization of the individual capabilities of the experiment participants according to their language level. In addition, the work defines that innovative in the process of personalized learning has become the ability of cadets to form their own educational route in accordance with their personal characteristics and professional preferences, individual pace of advancement in foreign language learning, and the ability to adjust their actions in self-assessment of learning outcomes. The article also describes an experimental study, ranging from the diagnostic testing of cadets in the experimental and control groups to the final testing with an emphasis on the individual nature of the cognitive activity of cadets. According to the results of the experiment, it is concluded that among the cadets of the experimental groups, in addition to the positive dynamics of formal indicators of academic performance, there was an increase in self-esteem due to the disclosure of their personal resources as active participants of the educational process, consciously organizing their educational activities.

Keywords: personalized learning technologies, pedagogical experiment, tests, improving cadets' performance, multilevel training

Процесс внедрения персонафицированных технологий в образовательную деятельность проходит через поэтапную работу от теоретического обоснования выбранных стратегий обучения курсантов иностранному языку в рамках педагогического эксперимента, выбора методики обучения, разработки системы заданий, проведения опытно-экспериментальной работы до анализа учебных достижений обучающихся на основе оценивания различных аспектов обучения. При оценке эффектив-

ности персонафицированных технологий обучения иностранному языку в военном вузе «важным моментом является не только подбор материала и применение эффективной методики преподавания дисциплины, учет способностей и возможностей учебной аудитории к восприятию, но и выбор системы оценивания и контроля успешности обучающихся в учебной деятельности» [1, с. 250]. По мнению ряда исследователей (В.П. Беспалько, В.В. Грачев, И.Н. Каложина, А.Г. Солонина), целью «персонализа-

ции» образовательного процесса в вузе служит подготовка компетентного специалиста, способного к самоорганизации, самообразованию и самореализации в условиях быстро меняющихся сфер социальной, культурной и профессиональной деятельности. За счет изменений условий и содержания обучения на основе принципов «смысловой направленности и проблемности, открытости, альтернативности и конструктивности знаний... а также принципов гибкости, вариативности и научно-исследовательской ориентации содержания образования» [2, с. 7] происходят качественные изменения в нравственно-личностном и профессиональном становлении будущих специалистов.

Основной целью проведения экспериментальной работы стала проверка эффективности влияния персонифицированных технологий обучения на повышение успеваемости обучающихся на основе роста познавательной активности и мотивации в обучении, нравственно-личностного роста, реализации индивидуальных возможностей и способностей участников эксперимента согласно уровню их языковой подготовки.

Материалы и методы исследования

Теоретической основой данной работы стали основные положения исследований И.С. Казакова [3], Е.А. Крагель [4], Н.В. Левандровской, Л.А. Хамула [5] и др. в области персонифицированного обучения и проведения экспериментальной работы. Основными методами экспериментальной работы послужили: анкетирование, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, тестирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Педагогический эксперимент проводился в три этапа в течение 2018–2020 гг. На первом (констатирующем) этапе (2018–2019 гг.) изучалось состояние исследуемой проблемы, ставились цели и задачи исследования, проводилось входное диагностическое тестирование в экспериментальных (ЭГ) и контрольных (КГ) группах, мотивационное анкетирование курсантов ЭГ, выявлялись педагогические условия организации учебного процесса по иностранному языку с использованием персонифицированных технологий обучения. На втором (формирующем) этапе (2019–2020 гг.) осуществлялась проверка выдвинутой гипотезы, разрабатывались и апробировались разноуровневые задания по иностранному языку на основе персонифицированного обучения, анализировались «Дневники личностного роста курсантов». На третьем (обобщающем) этапе

(2020 г.) оценивалась эффективность персонифицированных технологий обучения курсантов иностранному языку.

Методика экспериментального обучения включала комбинирование приемов индивидуализации, дифференциации и «персонализации» в образовании путем диагностирования учебно-профессиональных потребностей, интересов, вкусов, уровня сформированности иноязычной коммуникативной компетенции, разработки авторских гибких форм обучения на основе разноуровневой системы заданий и упражнений и создания персонализированной учебной среды. Данный подход к обучению предполагает развитие потенциальных возможностей каждого при работе с учебным материалом разного уровня сложности или заданиями одного типа либо различными к одному и тому же материалу [6, с. 39]. Результаты педагогического эксперимента были получены через диагностическое тестирование, методы педагогического наблюдения и сравнения обучения в контрольной и экспериментальной группах, оценивание текущей успеваемости в разноуровневых подгруппах в ЭГ, контроль личных достижений и успехов обучающихся на основе их личного вклада в изучение учебного материала.

Инновационной в процессе персонифицированного обучения являлась возможность формирования для обучающихся собственного образовательного маршрута в соответствии с личностными характеристиками и профессиональными предпочтениями, собственным темпом продвижения в обучении, возможностью корректирования своих действий при самооценке результатов обучения.

В ходе констатирующего этапа эксперимента в целях определения исходных значений уровня знаний курсантов по дисциплинам «Иностранный язык» (ИЯ) и «Авиационный английский язык» (ААЯ) было проведено входное диагностическое тестирование курсантов КГ и ЭГ для определения уровня их остаточных знаний перед формирующим этапом эксперимента. В экспериментальном исследовании приняли участие 120 обучающихся (60 курсантов ЭГ и 60 курсантов КГ). Результаты диагностического тестирования представлены на рис. 1.

Обобщая результаты входного тестирования, следует отметить, что к началу проведения эксперимента ЭГ и КГ находились приблизительно в равных условиях, при которых исходный уровень коммуникативной компетенции обучающихся был недостаточно высоким, а разница в полученных результатах была минимальной.

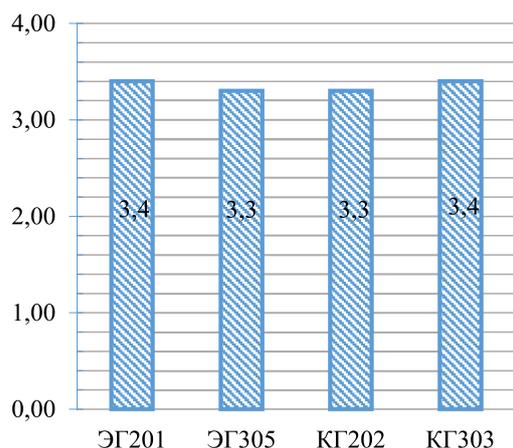


Рис. 1. Результаты входного диагностического тестирования экспериментальных и контрольных групп

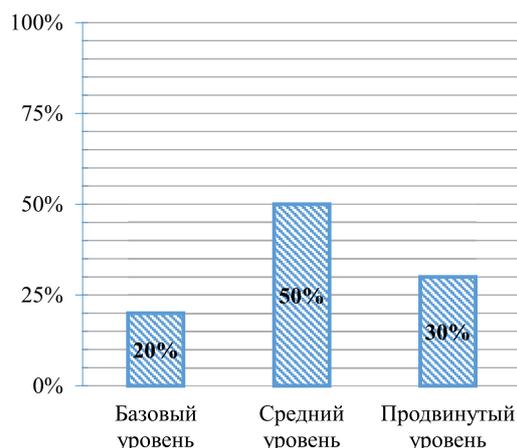


Рис. 2. Разделение курсантов ЭГ на подгруппы в соответствии с уровнем усвоения материала по дисциплине

По результатам мотивационного анкетирования приоритетным для большинства курсантов стало «получение знаний, необходимых для формирования навыков и умений для их практического применения», а также мультимедийное предъявление материала. Для ряда курсантов имело значение свободное владение иностранным языком, стремление к саморазвитию в изучении нового материала. Также участники эксперимента отметили важность для них той информации, которая «пригодится им в их будущей летной деятельности», необходимость приобретать «знания в области военного и авиационного английского языка» и выразили стремление повышать уровень владения иностранным языком и расширять кругозор на основе профессионально значимой иноязычной информации.

В соответствии с результатами входного диагностического тестирования курсанты ЭГ были разделены на подгруппы в соответствии с уровнем владения материалом по дисциплинам (рис. 2).

Разделение курсантов ЭГ по разным уровням владения учебным материалом позволило в дальнейшем отслеживать динамику эффективности использования персонализированных технологий при организации разноуровневого обучения иностранному языку, при этом рост среднего балла по дисциплине предоставлял возможность судить о результативности данного процесса.

Разноуровневый принцип обучения позволил добиться стимулирования учебной мотивации, реализации личностно-ориентированной направленности в обучении, формирования самоорганизованности и дисциплины в процессе преодоления возможных трудностей в обучении иностранному языку.

При организации экспериментального обучения на основе разноуровневых групп (базовый уровень, средний уровень и продвинутый уровень) были обеспечены педагогические условия, способствующие повышению эффективности учебного процесса по иностранному языку: постановка целей и задач обучения в соответствии с запросами и потребностями каждой из групп, разработка заданий с учетом индивидуальных способностей обучающихся, возможность выбора уровня обучения по видам речевой деятельности, систематичность проведения учебных занятий с использованием персонализированных технологий обучения, оценка степени продвижения по образовательному маршруту. Условное деление обучающихся на группы дало толчок к критическому самоанализу «слабых мест» в овладении учебным материалом при оценке своих результатов в обучении, а также реализации своего потенциала и возможности перехода на качественно другой уровень обучения. Основной задачей обучающихся группы базового уровня было восполнение пробелов в знаниях лексики и грамматики и формирование устойчивого интереса к получению знаний. Курсанты со средним уровнем усвоения знаний должны были активизировать свой базовый языковой потенциал и развивать познавательную активность при изучении нового материала. Группа продвинутого уровня стремилась активизировать все формы познавательной активности при выполнении заданий повышенной сложности.

В качестве основных критериев отбора и организации учебного материала были выбраны следующие:

– частотность употребления лексических и грамматических конструкций;

- системная и тематическая ценность;
- соответствие профессиональным ин-тересам обучающихся.

Оценивание результатов учебной деятельности в разноуровневых группах проводилось по следующим видам деятельности: овладение лексическим материалом темы (Vocabulary Check), овладение грамматическим материалом (Grammar Check), обучение устной речи на основе чтения и интерактивного практикума (Reading and Interactive Practice), обучение аудированию (Listening). Анализ текущей успеваемости показал, что наиболее сложными для курсантов стали задания по овладению лексико-грамматическим материалом. На качество выполнения заданий влияло несколько факторов: ограниченные возможности обучающихся для эффективной подготовки к занятиям (лимит свободного времени, отсутствие базовой языковой подготовки, личные способности, ограниченное время выполнения задания и т.д.). Чтобы компенсировать негативные факторы, влияющие на результаты эксперимента, преподаватель проводил анализ ошибок вместе с обучающимися и предлагал похожие задания на самостоятельную работу, создавая «ситуации успеха» за счет разнообразия задания с учетом когнитивных типов курсантов, тем самым оптимизируя процесс обучения [7]. Также варьировались виды заданий, их объем и характер сложности, чтобы снять дополнительные трудности у курсантов по ходу эксперимента. Так, в работе с новой терминологической лексикой преподаватель формулировал задание к упражнению, учитывая интеллектуальные и языковые возможности обучающихся, их скорость мышления и степень самостоятельности в работе. Например: *Guess / find in the dictionary the meaning of the new words. Make up new words using word-building models. Make up word combinations with the key words. Analyze word-building elements and translate the words. Choose proper affix (re-, de-, -ing) for the words below.*

Учитывался индивидуальный характер познавательной деятельности обучающихся при выполнении заданий репродуктивного и продуктивного типа. Для стимуляции умений осуществлять более сложные мыслительные действия применялись упражнения от простого воспроизведения знаний в знакомой ситуации до создания «нового продукта» с элементами творчества в измененной ситуации. Так, при построении устных высказываний на закрепление грамматических конструкций предлагалось задание на восполнение пробелов нужной информа-

цией. Далее задание дифференцировалось для участников разноуровневых групп:

Group 1. Choose the correct variant to complete the ideas. Explain your choice.

1) *Due to issues of aviation safety, military airfields ...*

- a) *are located far from populated areas;*
- b) *are equipped with air defense systems;*
- c) *accommodate hardened aircraft shelters.*

Group 2. Complete the ideas to express reason. Use prompts.

1) *Due to issues of aviation safety, military airfields ... (расположены удаленно от населенных пунктов).*

Group 3. Give your ideas to express reason.

1) *Due to issues of aviation safety, military airfields ...* [8].

Таким образом, применение личностно-ориентированной технологии обучения позволяло учитывать индивидуально-типические особенности учащихся и создавать благоприятные условия для овладения учебным материалом при меньшей затрате времени и формировании положительных стимулов в учебе.

Согласно постулатам современной персонификации обучения, во время получения знаний происходит «самоорганизация субъекта образовательного процесса своего личностного образовательного пространства» [3, с. 128]. Организация взаимодействия педагога и учащихся, а также межличностного взаимодействия в группе проводилась в режиме кооперации и индивидуализации: фронтальная работа (обучение с преподавателем), групповая и самостоятельная работа для активизации действий каждого участника, формирования индивидуального стиля обучения, взаимопомощи и взаимообмена учебной информацией. Было отмечено, что у обучающихся ЭГ интерес вызывали интерактивные формы работы, задания на самоконтроль и взаимоконтроль, самостоятельный аудиторный практикум в компьютерном классе. В результате средний балл успеваемости каждого участника ЭГ после изучения темы вырос в среднем на 0,2–0,4 (рис. 3).

Кроме положительной динамики формальных показателей успеваемости, были зафиксированы качественные изменения в характере познавательной активности обучающихся от репродуктивной до продуктивно-творческой, направленной на осознанное и инициативное овладение знаниями. В ходе эксперимента отмечались преобразования личностных характеристик испытуемых: степени сосредоточенности и концентрации внимания на изучаемой теме, готовности к решению поставленных задач, роста инициативности и мобильности.

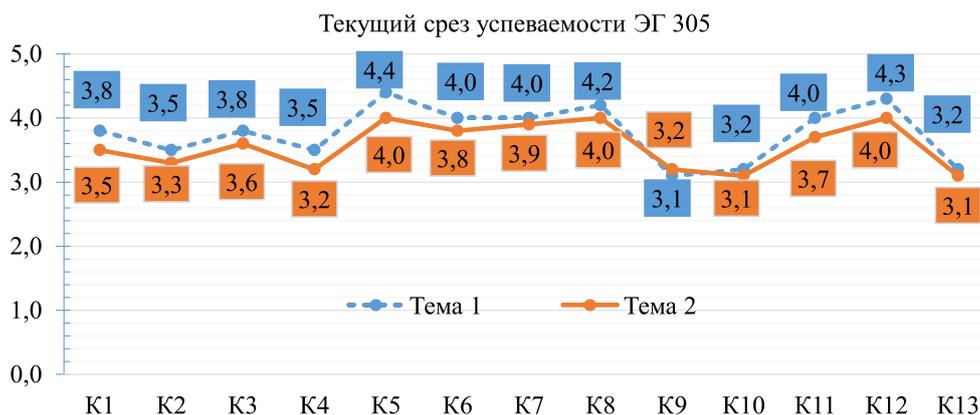


Рис. 3. Диаграмма индивидуальной успеваемости обучающихся

Предоставление обучающимся свободного выбора заданий разноуровневого характера нацелено на развитие «самообучающейся личности на основе его потребности в саморегуляции, познании себя в образовательных процессах и самостоятельного рефлексивного контроля» [9]. Условное распределение обучающихся по уровневому принципу дало возможность межгруппового перехода в обучении различным видам речевой деятельности с учетом достигаемых результатов и накопления учебного опыта. Так, для достижения более высоких показателей успеваемости обучающиеся базового уровня выражали стремление к выполнению отдельных заданий среднего уровня, в то же время задания повышенной сложности могли адаптироваться в облегченную форму для поддержания мотивации в образовательном процессе. Таким образом, активизация учебной деятельности основывалась на участии обучающихся в выстраивании индивидуального образовательного маршрута, максимально отвечающего личным и профессионально-ориентированным потребностям.

Заключение

По окончании формирующего этапа эксперимента было проведено итоговое тестирование ЭГ и КГ, которое проверяло коммуникативную компетенцию, сформированную в результате обучения. На рис. 4 представлен средний балл по результатам тестирования курсантов ЭГ и КГ в начале и конце экспериментального исследования.

Очевидно, что во всех группах отмечается устойчивая тенденция повышения результатов на этапе перехода от входного диагностического тестирования к итоговому тесту. Вместе с тем сравнительные данные ЭГ и КГ свидетельствуют о более высоких

показателях качества успеваемости после экспериментального обучения.

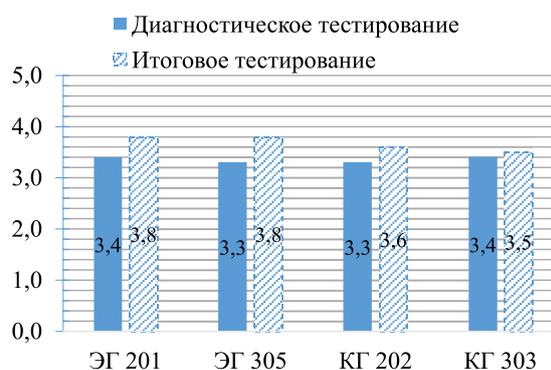


Рис. 4. Средний балл по результатам тестирования курсантов экспериментальных и контрольных групп

В ходе педагогического эксперимента также проводилось целенаправленное педагогическое наблюдение за деятельностью обучающихся. Курсанты на всем протяжении эксперимента вели «Дневники личностного роста», которые отражали уровень сформированности навыков и умений, степень и глубину усвоения учебного материала, самооценку их достижений. Анализ «Дневников личностного роста» курсантов ЭГ показал, что большинство курсантов справлялись с предложенными заданиями на своем уровне. Самыми распространенными трудностями, с которыми столкнулись обучающиеся, стали: нехватка словарного запаса, недостаточная изученность грамматического материала. Примерно 30% курсантов отметили, что у них возникали сложности с восприятием английской речи на слух. Самооценка курсантов в целом совпадала с оценкой преподавателя.

Таким образом, проведенный педагогический эксперимент подтвердил эффективность внедрения в образовательный процесс персонифицированных технологий обучения иностранному языку для повышения качества усвоения учебного материала. В результате эксперимента удалось не только увеличить формальные показатели успеваемости обучающихся, но и повысить самооценку за счет раскрытия личностных ресурсов участников эксперимента как активных субъектов образовательного процесса, сознательно организующих свою учебную деятельность.

Список литературы

1. Осикова Л.Н., Алексеева О.П. Разноуровневое обучение иностранному языку в академической группе университета инклюзивного высшего образования // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 2 А. С. 238–255.
2. Грачев В.В. Теоретические основы персонализации образовательного процесса в высшей школе: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2007. 37 с.
3. Казаков И.С. О проблеме исследования феномена персонификации обучения в отечественной науке // Вестник СГУТиДК. 2011. № 3 (17). С. 127–129.
4. Крагель Е.А. Анализ результатов педагогического эксперимента: оценка эффективности педагогического эксперимента // Научный журнал «GLOBUS»: Психология и педагогика. 2020. № 5 (40). С. 10–14.
5. Хамула Л.А., Левандровская Н.В. Персонифицированный подход к обучению иностранному языку курсантов военного вуза // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 15. С. 305–313.
6. Мальковская Т.А., Рябова Т.В. Современные подходы к созданию учебных материалов по профессионально ориентированному языку // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Гуманитарные науки. 2019. № 7–2. С. 35–40.
7. Щеголева А.В. Методико-педагогический эксперимент по изменению содержания и способов оценки самостоятельной работы по иностранному языку в военном вузе // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2020. Т. 6 (72). № 1. С. 67–75.
8. Левандровская Н.В. Авиационный английский язык. Ч. 2. Аэропорты и аэродромы. Краснодар: КВВАУЛ, 2019. 167 с.
9. Есаулова М.Б., Сухобская Г.С., Шадрин Т.В. Персонификация высшего профессионального образования: на пути к самоуправляемому обучению // Электронный журнал Экстернат.РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://ext.spb.ru/2011-03-29-09-03-14/108-custom-personalization-edu/788-2011-10-30-22-00-35.html> (дата обращения: 17.04 2021).

УДК 37.013.75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОШСКОГО ГОРОДСКОГО ДЕНДРОПАРКА «ТАБИЯТ-ОШ» В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАВСТВЕННОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Молдалиев Ж.Т., Жунусалиева Э.Ж., Кадырова А.Д.

Ошский государственный университет, Ош, e-mail: joomart77@oshsu.kg

В статье приводятся результаты исследований по использованию дендрологических парков в формировании экологической нравственности в образовательной среде. Проведен социальный опрос среди обучающихся высших и средних образовательных учреждений, использовавших дендрологический парк в обучении, а также среди обучающихся, не использующих парки в учебном процессе. Рассматривается важность использования дендрологического парка в учебных целях, так как в настоящее время решение глобальных экологических проблем должно начинаться именно со школьного уровня. Проведен анализ понимания экологических понятий и актуальных проблем. В процессе использования дендропарка в образовательной среде у учеников пробуждается интерес к занятию, они начинают понимать последствия человеческих факторов в экологической проблеме и биоразнообразии, важность каждого биологического компонента в биосфере. В ходе экспериментальных работ был использован Ошский городской дендропарк в качестве объекта изучения биоразнообразия и экосистемы. Нами были проведены разъяснительные работы среди отдыхающих в дендрологическом парке. На естественно-географическом факультете ОшГУ создали кружок по охране окружающей среды. Это послужит началом формирования экологического этикета, что является наиважнейшей актуальной проблемой в наше время. Использование его в образовательной сфере способствует лучшему формированию эконравственности, экологическому воспитанию и лучшему формированию современной, экологически просвещенной личности.

Ключевые слова: дендрологический парк «Табият-Ош», экологическая нравственность, биосфера, биоразнообразии, экологическое воспитание, окружающая среда, человеческие факторы

USE OF THE OSH CITY DENDROPARK «TABIYAT-OSH» IN FORMATION OF ENVIRONMENTAL MORALITY IN THE EDUCATIONAL SPHERE

Moldaliev Zh.T., Zhunusalieva E.Zh., Kadyrova A.D.

Osh State University, Osh, e-mail: joomart77@oshsu.kg

The article presents the results of research on the use of dendrological parks in the formation of environmental morality in the educational environment. A social survey was carried out among students of higher and secondary educational institutions who used the dendrological park in teaching, as well as among students who do not use parks in the educational process. The importance of using the dendrological park for educational purposes is considered, since at present the solution to global environmental problems should begin precisely at the school level. The analysis of the understanding of ecological concepts and current problems is carried out. In the process of using the dendropark in the educational environment, students become interested in the lesson, they begin to understand the consequences of human factors in the environmental problem and biodiversity, the importance of each biological component in the biosphere. During the experimental work, the Osh city dendro-park was used as an object for studying biodiversity and ecosystem. We have carried out explanatory work among the tourists in the dendrological park. A circle on environmental protection was created in the natural-geographical faculty of Osh State University. This will serve as the beginning of the formation of environmental etiquette, which is the most important urgent problem in our time. Its use in the educational sphere contributes to the better formation of eco-morality, environmental education and the better formation of a modern, environmentally enlightened personality.

Keywords: dendrological park «Tabiyat-Osh», ecological morality, biosphere, biodiversity, ecological education, environment, human factors

В настоящее время вопрос экологических проблем становится все актуальней. В условиях глобализации ситуация с отходами, экологической катастрофой, загрязнением воздуха день ото дня обостряется. Самой важной проблемой современности является сохранение окружающей природной среды для настоящего и будущих поколений. Решение столь сложной проблемы возможно лишь при соблюдении баланса между природными законами и человеческими возможностями с момента становления личности у людей.

Актуальным является создание условий для обеспечения качества и уровня условий

проживания человека и его жизнедеятельности. Большую роль в этом играет наличие зеленых зон города, способствующих созданию гармонии человека с природой [1].

Зеленые зоны устанавливаются в целях обеспечения социальной функции – защиты населения от неблагоприятных природных и техногенных воздействий, сохранения и оздоровления окружающей среды. К таким территориям относятся выделенные в установленном порядке за пределами городской черты площади, занятые лесами, лесопарками и озеленительными насаждениями [2]. Эти территории подвержены постоянному антропогенному воздействию [3].

В Ошском городском дендропарке «Табият-Ош» особое внимание уделяют учету экологических условий развития растительности. Так, по мнению специалистов дендропарка, при озеленении промышленных предприятий, санитарно-защитных зон и защитных полос вдоль магистралей необходимо учитывать газостойчивость растений. Нельзя допускать высаживание светолюбивых пород в затененных дворах многоэтажных зданий. Иногда предъявляются повышенные требования к скорости роста деревьев, к их ветрозащитной или шумозащитной способности. В юго-восточной части г. Ош Киргизской Республики расположен Ошский городской дендрологический парк «Табият-Ош». Месторасположение его доступно и удобно для экскурсий и практических занятий, так как со всех сторон парк окружен образовательными учреждениями (рис. 1, 2).

В дендропарке при выборе материала в ходе ландшафтного проектирования рассматривают эстетические особенности деревьев и кустарников. Каждое растение, особенно отдельно стоящее, имеет свои индивидуальные черты. Дендрологический парк находится у поймы реки Ак-Буура, в связи с этим у обучающихся имеются возможности изучить разнообразие растительного и животного мира в отдельности, их взаимосвязь, воздействие антропогенных факторов на естественную среду,

что еще больше расширяет экологический кругозор [4].

Все вышеперечисленные особенности способствуют лучшему пониманию экологической системы, биологического баланса в образовательной сфере.

Использование дендрологических парков при формировании экологической нравственности является неотъемлемой частью экологического воспитания.

Цель: формирование экологической нравственности в образовательной сфере и использование в этом процессе Ошского городского дендропарка «Табият-Ош».

Объект исследования: школьники, студенты, Ошский городской дендропарк «Табият-Ош».

Задачи исследования: оценка нынешнего состояния Ошского городского дендропарка «Табият-Ош». Проведение социального опроса среди учеников и студентов на тему «Формирование экологической нравственности в образовательной сфере», разъяснительных работ среди отдыхающих, традиционных субботников, создание кружка по защите природы. Предложить пути сохранения биоразнообразия Ошского городского дендропарка «Табият-Ош».

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в Ошском городском дендропарке «Табият-Ош», расположенном в юго-восточной части города Ош (рис. 1).

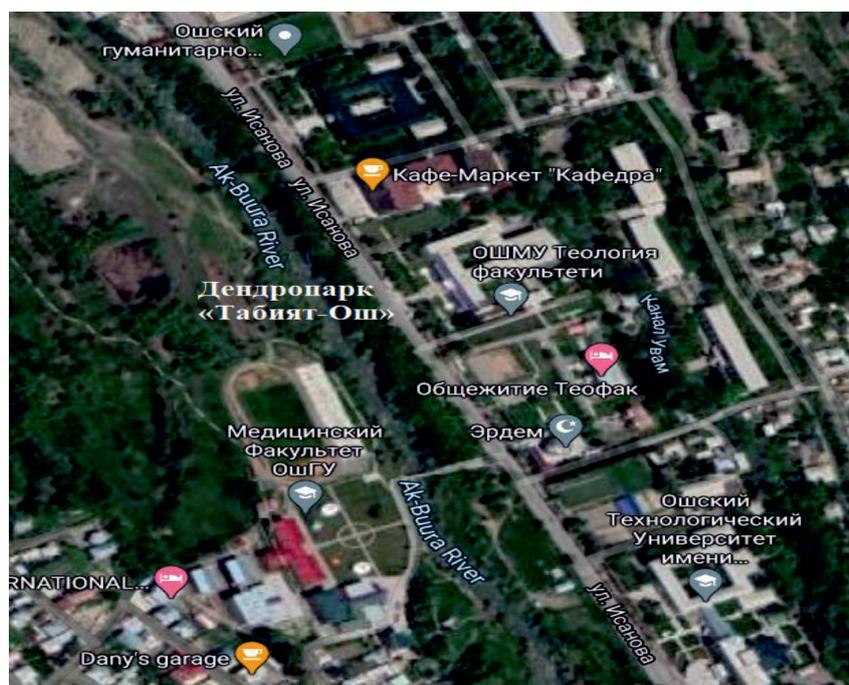


Рис. 1. Схематическая карта Ошского городского дендропарка «Табият-Ош»

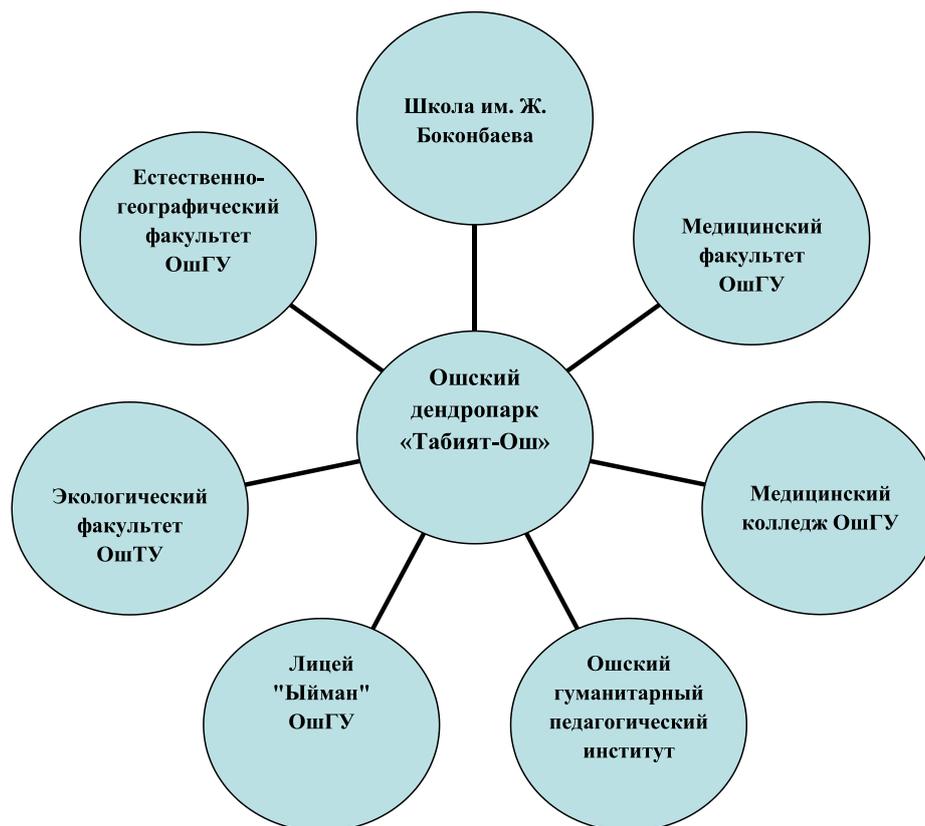


Рис. 2. Расположение высших и средних образовательных учреждений вокруг дендропарка «Табият-Ош»

В исследованиях пользовались методами непосредственного наблюдения, описания, измерения, компьютерного моделирования, экскурсии, субботников, социального опроса и экспериментов. Исследование проводили в следующем порядке:

- сбор информации;
- наблюдение явления;
- анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

В опросе участвовали студенты и ученики Ошского государственного университета и Ошского гуманитарного педагогического института. Отдельный опрос проводили для студентов естественно-географического факультета, так как студенты данного факультета в своей учебной деятельности активно пользуются дендропарком. В целом участвовали 200 учеников и студентов, 50 из которых студенты естественно-географического факультета.

В качестве объекта исследования использовали Ошский городской дендропарк «Табият-Ош», а также 200 учеников 8–11 классов и студентов 1–4 курсов.

Для определения нынешнего состояния нами был проведен опрос среди студентов естественно-географического факультета, которые в учебной деятельности пользовались Ошским городским дендропарком «Табият-Ош», многие из них являются членом кружка «Ботаника», организованного сотрудниками факультета. В опросе среди студентов естественно-географического факультета нами получены результаты, показанные на рис. 3.

Как видно из рисунка (рис. 3), студенты естественно-географического факультета на занятиях пользуются Ошским городским дендропарком «Табият-Ош», и в ходе опроса мы получили следующие данные: из 50 студентов только 5% не используют дендропарка в учебной деятельности (1); так как они имеют понятие о природном состоянии парков, никто из студентов состояния дендрологического парка не принимает как плачевное (2); 55% из них в школе не получали экологическую информацию в практическом виде, студенты естественно-географического факультета начали пользоваться дендрологическим парком (3) только после обучения на названном фа-

культете; и только 10% участников утверждают о наличии мусора (4). Студенты естественно-географического факультета часто проводят занятия в названном парке, а также ежемесячно организуют субботники. В связи с вышеперечисленным они понимают наличие экологических проблем, у них сравнительно лучше сформирована экологическая нравственность, культура, они лучше воспринимают экологическую картину природы.

В опросе среди учеников и студентов других факультетов и школ, не использующих парки в учебном процессе, по определению нынешнего состояния мы получили следующие данные (рис. 4): 80% из них не используют дендрологический парк в своей учебной деятельности (1), 16% из них указывают

на плачевное состояние дендрологического парка (2), 50% в школе не получали экологическую информацию в практическом виде (3), и 20% утверждают о наличии мусора (4).

Вышеперечисленные экологические проблемы могут возникать именно по той причине, что в школе у многих учеников не сформировалась экологическая нравственность, в практическом виде они не знакомы с естественным состоянием экосистемы.

В «Полном курсе НЛП-практик» Майкла Холла даётся статистика его наблюдений, причём в самом начале книги он пишет, что 60% людей являются визуалами – людьми, которые в основном принимают информацию зрением. Следовательно, использование парков в образовательной сфере повысит качество образования.

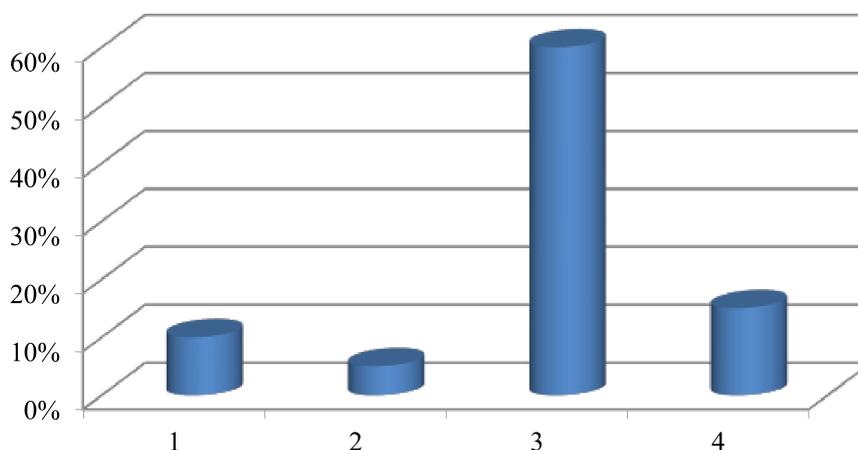


Рис. 3. Показатели диаграммы опроса студентов естественно-географического факультета, использующих дендропарки в образовательной сфере

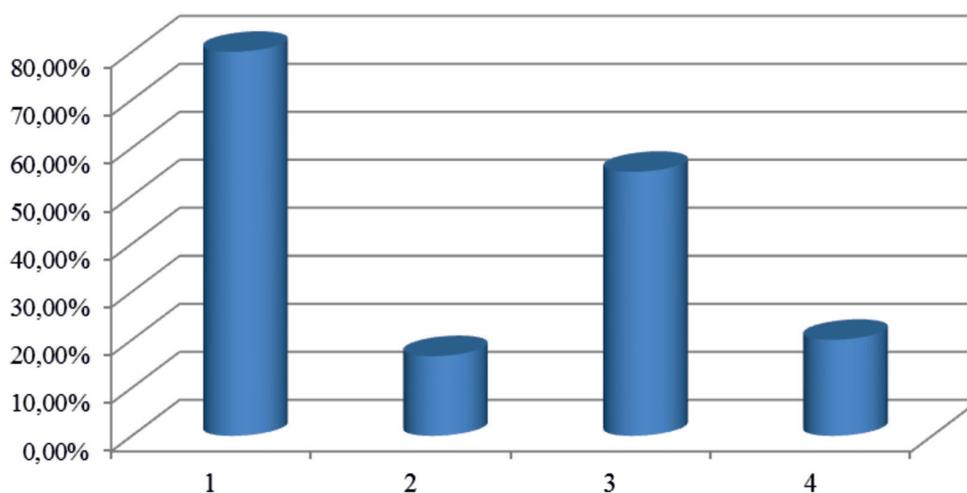


Рис. 4. Показатели диаграммы опроса учебных заведений, не использующих дендропарки в образовательной сфере

Для экспериментов после проведения опроса преподавателем биологии школы «Бйман» Ошского государственного университета, школы Ж. Боконбаева; преподавателем Ошского гуманитарного педагогического университета несколько занятий по предмету биологии проводились в виде экскурсий и практических занятий в указанном дендрологическом парке. После экспериментальных занятий организовали круглый стол, посвященный использованию дендропарков, в результате чего было выяснено, что абсолютно каждому обучающемуся интересно проводить занятия под открытым небом, в окружении природы, видя и понимая каждую деталь, их взаимосвязь.

Студенты естественно-географического факультета Ошского государственного университета в своей образовательной деятельности совместно с сотрудниками факультета ежегодно занимаются лечением заболелых деревьев, вырубкой старых деревьев, а также регулируют чистоту дендрологического парка. Все эти работы направлены на экологическое воспитание и стабильное развитие будущего поколения.

В целях очистки и организации экологических мероприятий на естественно-географическом факультете организован кружок «Ботаника». Исходя из экспериментальных данных, предлагаем использовать дендрологические парки в образовательной сфере.

Экологическое образование дает огромные возможности в развитии личности школьника. Оно не только способствует образовательной подготовке, но и делает обучение более интересным, так как способствует решению актуальных проблем, что в результате повышает мотивацию учащихся к обучению. Экологическое образование и воспитание решают большую проблему обучения – оторванность знаний от реальной действительности. Учащиеся видят связь знаний, умений с окружающей их действительностью, что способствует их успешной социальной адаптации в обществе [5].

Заключение

Впервые нами был использован дендропарк в образовательной сфере для учебных заведений не биологического происхожде-

ния в качестве объекта изучения экосистемы. В ходе экспериментов были проведены экскурсии и занятия под открытым небом, субботники, в том числе объяснительные работы среди отдыхающих.

Исходя из экспериментальных данных, мы пришли к выводу: после использования дендрологического парка в учебных целях ученики лучше воспринимают, понимают, пробуждается интерес к занятиям, и самое главное, понимают последствия человеческих факторов в экологической проблеме, важность каждого биологического компонента в биосфере.

На естественно-географическом факультете ОшГУ создали кружок по охране окружающей среды. Это послужит началом формирования экологической нравственности, перестанут бросать мусор, рубить деревья, сжигать остатки мусора, что является актуальной проблемой в населенных пунктах. Из всего вышеперечисленного следует, что использование дендрологических парков в образовательной сфере является эффективным методом преподавания биологии и путем решения экологических проблем.

Список литературы

1. Васильева В.А., Головня А.И., Лазарев Н.Н. Ландшафтный дизайн малого сада: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2020. 184 с.
2. Демиденко Г.А. Элементы ландшафтной архитектуры в дендропарках Красноярска // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета (Томск, 28–30 сентября 2020 г.). Томск, 2020. С. 60–62. DOI: 10.17223/978-5-94621-956-3-2020-17.
3. Демиденко Г.А., Турыгина О.В. Антропогенное загрязнение городской среды. Красноярск, 2019. 170 с.
4. Кошуева К.Б., Молдалиев Ж.Т. Особенности организации работы по посадке древесно-кустарных растений в Ошском городском дендропарке «Табият-Ош» // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В.А. Батманова. Уральский государственный педагогический университет / Редакторы: О.В. Янцер, Т.В. Ванюкова, Ю.Р. Иванова. 2015. С. 26–33.
5. Головнева Е.В., Емельянова Т.В., Юнусова Г.Р. Соотношение экологического воспитания и образования в образовательном процессе школы // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24666> (дата обращения: 20.05.2021).

УДК 372.851

ЗАДАЧИ С ПАРАМЕТРАМИ – КЛЮЧ К ФОРМИРОВАНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Морозов А.В.

*ФГБОУ ВПО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru*

Известно, что наиболее сложные задачи школьного курса математики содержат параметры. Дальнейшее изучение таких задач проводится уже в высшей школе, в частности в курсах аналитической геометрии, алгебры, дифференциальных уравнений, а с общих позиций и современных приложений они излагаются в курсах нелинейной динамики и теории бифуркаций, преподаваемых на физико-математических факультетах университетов. Что касается политехнических вузов, то эти вопросы освещаются, с нашей точки зрения, недостаточно. Напомним, что параметр – это числовая величина, входящая в математическую модель \mathbb{S} , значение которой изначально не задается, но определяется некоторым промежутком ее возможного изменения. Часто смысл ее введения в модель заключается в том, что мы не все физические величины знаем точно, таким образом, любая модель таит некоторую ошибку. Возможность такой ошибки и закладывается в термине «параметр». В статье проводится анализ сущности понятия «параметр»; рассматриваются различные аспекты его использования; подчеркивается, что параметр порождает семейство математических моделей, свойства которых часто существенно зависят от выбора его значения; приводятся примеры использования параметра при исследовании интегралов и дифференциальных уравнений; утверждается, что основой инженерного математического образования должна служить система тщательно подобранных задач, включающих параметры. При этом формирование такой математической культуры у учащихся должно быть постоянным, начинаться с первого курса. Целью статьи является разработка концепции использования в учебном процессе вузов системы задач с параметрами. Педагогический опыт применения такого подхода обучения показывает, что эти задачи развивают гибкость и вариативность мышления учащихся, способствуют формированию креативного, нестандартного мышления.

Ключевые слова: задачи с параметрами в вузе, формирование исследовательских компетенций

ASKS WITH PARAMETERS-THE KEY TO THE FORMATION RESEARCH COMPETENCIES

Morozov A.V.

Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky, Saint Petersburg, e-mail: vka@mil.ru

It is known that the most difficult problems of the school mathematics course contain parameters. Further study of such problems is carried out already in higher school, in particular, in the courses of analytical geometry, algebra, differential equations, and from a general point of view and modern applications, they are presented in the courses of nonlinear dynamics and bifurcation theory taught at the physics and mathematics departments of universities. As for polytechnic universities, these issues are not sufficiently covered from our point of view. Recall that a parameter is a numerical value included in the mathematical model \mathbb{S} , the value of which is not initially set, but is determined by a certain interval of its possible change. Often the meaning of its introduction into the model is that we do not know all the physical quantities exactly, so any model is fraught with some error. The possibility of such an error is laid down in the term parameter. The article analyzes the essence of the concept of parameter, considers various aspects of its use, emphasizes that the parameter generates a family of mathematical models, the properties of which often significantly depend on the choice of its value, provides examples of the use of the parameter in the study of integrals and differential equations, states that the basis of engineering mathematical education should be a system of carefully selected problems, including parameters. At the same time, the formation of such a mathematical culture among students should be permanent, starting from the first year. The purpose of the article is to develop the concept of using a system of tasks with parameters in the educational process of higher education institutions. The pedagogical experience of using this approach of teaching shows that these tasks develop the flexibility and variability of students' thinking, contribute to the formation of creative, non-standard thinking.

Keywords: tasks with parameters in the university, the formation of research competencies

По определению параметр есть величина, значения которой позволяют различать элементы некоторого множества между собой. Рассмотрим, например, уравнения $x = at - asint$, $y = a - acost$. Видно, что каждому числу t , согласно этим равенствам, можно поставить в соответствие точку на плоскости с координатами (x, y) . Множество всех таких точек, как известно, образует кривую, называемую циклоидой. Согласно приведенному определению, t следует назвать параметром.

При более общей трактовке понятия «параметр» некоторому числу или числам в соответствие ставится некоторый объект. Пусть, например, \mathbb{S} – математическая модель (объект), структура которой задана, но некоторые величины, входящие в нее, заранее не определены. В простейших случаях модель \mathbb{S} с заданной структурой полностью определяется одним параметром λ , тогда говорят о семействе $\mathbb{S}(\lambda)$. Таким образом, при этой трактовке понятия параметра каждому значению λ ставится в соот-

ветствие объект $\mathbb{S}(\lambda)$, обладающий теми или иными свойствами, которые мы и изучаем при различных возможных изменениях λ . Объект может быть функцией (оператором, функционалом), системой уравнений или неравенств, пространственной кривой или поверхностью, совокупностью кривых на плоскости или в пространстве. Приведем простые примеры.

1. Пусть $\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} 2x + 3y = 4, \\ 4x + \lambda y = 5. \end{cases}$ Исследуй-

те решения системы в окрестности точки $\lambda_* = 6$.

2. Пусть $\mathbb{S}(\lambda): \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{(a-\lambda)^2} = 1$. Изобразите всю совокупность кривых. Что с геометрической точки зрения отвечает параметру $\lambda_* = a$?

3. Изобразите эскизы поверхностей $\mathbb{S}(\lambda): \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = \lambda$. Что происходит при переходе через значение $\lambda_* = 0$?

4. Пусть $\mathbb{S}(\lambda): \left\{ (1-\lambda)^n \right\}_{n=1}^{\infty}$. Каким λ отвечают сходящиеся последовательности?

5. Пусть $\mathbb{S}(\lambda) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1-\lambda^2 \sin^2 x}}$, $\lambda \in [0, 1]$.

Вычислите $\mathbb{S}(0)$, $\mathbb{S}(1)$. Докажите монотонность функции $\mathbb{S}(\lambda)$ в интервале $\lambda \in [0, 1]$.

6. Дано дифференциальное уравнение $\mathbb{S}(\lambda): \ddot{x} + 4x = \sin \lambda t$. При каких λ решения уравнения ограничены (не ограничены)?

Целью настоящей статьи является построение методологии обучения математике в политехническом вузе, в центр которой предлагается ставить понятие семейства $\mathbb{S}(\lambda)$ математических моделей, зависящих от параметра. В целом для математики это не является новым. Новизна здесь в том, чтобы эта концепция проходила лейтмотивом через весь курс математики с акцентом на том, что наличие параметра (или параметров) в задаче вносит дополнительную особенность: требует повышенного внимания, оттачивает логику рассуждений, стимулирует интерес. Таким образом, рассмотрение таких задач способствует постепенному формированию у студентов исследовательских навыков [1–3]. Обратим внимание, что четко усвоенные алгоритмы решения задач и многочисленное их повторение на практике такой функции не решают, при этом притупляется сознание, а интерес у студентов пропадает. Задачи с параметрами можно ставить во всех разделах курса математики: алгебре, геометрии, анализе, теории вероятностей, но особен-

но в дифференциальных уравнениях и информатике. Последнее объясняется тем, что область исследования дифференциальных уравнений и отображений (так именуется дискретные динамические системы) с параметрами, называемая *теорией бифуркаций*, по существу, *междисциплинарная* и является краеугольным камнем современной нелинейной динамики, активно развивающейся в настоящее время [4–6]. В информатике рассмотрение таких задач дает возможность познакомить студентов с результатами, которые в науке были изучены сравнительно недавно. Здесь имеется в виду феномен детерминированного хаоса, открытого в 1970-х гг. [7, 8]. Подчеркнем, что параметр – это, с одной стороны, математический изыск, с другой – требование практики, и культуру работы с ним необходимо постепенно формировать и совершенствовать.

Разноуровневые исследовательские задачи

Прежде всего отметим, что параметры, входящие в математическую модель, выполняют разную роль. В одних задачах за ними скрываются числовые величины, изменение которых принципиально ничего не меняет в поведении модели, и это самое простое толкование параметра (в этом случае говорят о грубой модели [4]). При этом малым изменениям параметра отвечают малые изменения свойств в модели (в поведении системы). В других, принципиально иных задачах, параметр вводят в задачу специально, чтобы воспользоваться возникающими на этом пути возможностями в решении задачи [9]. В-третьих, параметр в исходной модели вовсе отсутствует, но появляется в процессе решения задачи [10–12]. В-четвертых, параметр отражает философский закон перехода количества в качество. А именно при переходе параметра через некоторое значение λ_* модель $\mathbb{S}(\lambda)$ изменяется качественно (в этом случае говорят, что модель не является грубой при λ_*). Именно такие изменения являются предметом теории бифуркаций [4, 11]. Обсудить все возможные ситуации с достаточной полнотой в одной статье нам не удастся. Остановимся на некоторых отмеченных аспектах появления и использования параметра и расставим необходимые акценты.

Обсудим для начала идею введения параметра в математическую модель с целью решения задачи. Продемонстрируем метод на примерах из интегрального исчисления. Метод элементарен, познавателен и полезен как инструментальный многочисленных учебных заданий.

Пример 1. Требуется вычислить следующий несобственный интеграл $S = \int_0^1 \ln^2 x dx$. С этой целью рассмотрим вспомогательный интеграл с параметром λ :

$$\mathbb{S}(\lambda) = \int_0^1 x^\lambda dx = \left. \frac{x^{\lambda+1}}{\lambda+1} \right|_0^1 = \frac{1}{\lambda+1}$$

На первый взгляд, никакой связи между двумя интегралами нет. Однако, вычисляя последовательно производные по λ под знаком интеграла (данная операция здесь корректна), получим: $\mathbb{S}'(\lambda) = \frac{d}{d\lambda} \int_0^1 x^\lambda dx = \int_0^1 x^\lambda \ln x dx = -\frac{1}{(\lambda+1)^2}$, $\mathbb{S}''(\lambda) = \int_0^1 x^\lambda \ln^2 x dx = \frac{2}{(\lambda+1)^3}$.

Отсюда, полагая в последней формуле $\lambda = 0$, получим $S = \int_0^1 \ln^2 x dx = \mathbb{S}''(0) = 2$.

Понятно, что на основе этой идеи вычисляются не только интегралы $\int_0^1 \ln^n x dx$, но и другие.

Пример 2. Пусть требуется вычислить интеграл $S = \int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+1)^4}$. Мы знаем, что $\int_0^\infty \frac{dx}{x^2+1} = \frac{\pi}{2}$. Рассмотрим его обобщение, $\mathbb{S}(\lambda) = \int_0^\infty \frac{dx}{x^2+\lambda^2} = \frac{\pi}{2\lambda}$. Дифференцируя последнее равенство по λ , легко находим $\int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+\lambda^2)^2} = \frac{\pi}{4\lambda^3}$. Дифференцируя еще раз, получим $\int_0^\infty \frac{-4\lambda dx}{(x^2+\lambda^2)^3} = -\frac{3\pi}{4\lambda^4}$. Отсюда находим $\int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+\lambda^2)^3} = \frac{3\pi}{16\lambda^5}$. Дифференцируя третий раз, окончательно получаем $\int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+\lambda^2)^4} = \frac{5\pi}{32\lambda^6}$. Таким образом, $S = \mathbb{S}(1) = \int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+1)^4} = \frac{5\pi}{32}$.

Пример 3. Интеграл $S = \int_0^\infty \frac{\sin x}{x} dx$. Введем в рассмотрение параметр, обобщая наш интеграл $\mathbb{S}(\lambda) = \int_0^\infty e^{-\lambda x} \frac{\sin x}{x} dx$. Ясно, что $\mathbb{S}(0) = S$. Продифференцируем $\mathbb{S}(\lambda)$ по параметру $\mathbb{S}'(\lambda) = -\int_0^\infty e^{-\lambda x} \sin x dx$. Вычисляя последний интеграл по частям два раза, приходим к уравнению $\mathbb{S}'(\lambda) = -\frac{1}{\lambda^2+1}$. Отсюда, интегрируя, получим $\mathbb{S}(\lambda) = -\arctg \lambda + C$. Для определения константы C перейдем в последнем равенстве к пределу при $\lambda \rightarrow +\infty$ и, учитывая, что $\mathbb{S}(+\infty) = 0$, получим $C = \frac{\pi}{2}$. Тогда $\mathbb{S}(\lambda) = \frac{\pi}{2} - \arctg \lambda$. А тогда $S = \mathbb{S}(0) = \frac{\pi}{2}$.

Замечание. Идея искусственного введения параметра в модель с целью решения задачи используется в математике давно. Посмотрим на историческом примере [4], как в свое время она позволила разобраться с интегрированием уравнения $\ddot{x} + 2a\dot{x} + a^2x = 0$ (символы \dot{x} , \ddot{x} обозначают 1-ю и 2-ю производные по t). Видно, что его характеристическое уравнение $k^2 + 2ak + a^2 = 0$ имеет кратные корни $k_1 = k_2 = -a$ и функция $x_1(t) = e^{-at}$ – решение. Согласно теории, есть второе решение – линейно независимое с первым. Как же его нашли? Предположим, что корни характеристического уравнения были бы разные. Например, $k_1 = -a$ и $k_2 = -(a-\lambda)$. Здесь λ – малое число. Таким способом в задачу мы ввели параметр. Тогда вторым решением будет функция $x_2(t) = e^{-(a-\lambda)t}$. Но мы знаем из свойств решений линейных уравнений, что решением будет и комбинация $x(t) = \frac{1}{\lambda} (e^{-(a-\lambda)t} - e^{-at}) = te^{-at} \frac{e^{\lambda t} - 1}{\lambda t}$.

Переходя в этой последней формуле к пределу при $\lambda \rightarrow 0$, получим $x_2(t) = te^{-at}$. Таким образом, была найдена фундаментальная система решений $x_1(t) = e^{-at}, x_2(t) = te^{-at}$ дифференциального уравнения с кратными корнями.

Большие возможности для постановки учебно-исследовательских задач дает теория дифференциальных уравнений с параметрами. Начнем с задачи классификации типов положений равновесия линейных систем второго порядка. Постановка вопроса здесь предельно проста. Требуется дать классификацию положений равновесия в системе с параметром. Например, для системы $\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} \dot{x} = 2x + 3y \\ \dot{y} = x + \lambda y \end{cases}$ провести разбиение прямой λ на промежутки с одинаковым поведением траекторий и изобразить все фазовые картины. Эта задача редуцируется к школьной – анализу квадратного уравнения с параметром λ [12] – и приведена в статье [13]. Ее можно отнести ко 2-му уровню сложности.

К задаче 3-го уровня сложности можно отнести следующую. Дано дифференциальное уравнение второго порядка $\ddot{x} - x + x^3 = 0$ и требуется найти решения, обладающие свойством $x(t) \rightarrow 0$ ($t \rightarrow \pm\infty$). На первом шаге легко находится первый интеграл уравнения $\mathbb{S}(\lambda): \dot{x}^2 - x^2 + \frac{x^4}{2} = \lambda$. Заметим, что $\mathbb{S}(\lambda)$ есть семейство дифференциальных уравнений 1-го порядка. Затем на плоскости $(x, y), y = \dot{x}$ строится семейство кривых $\mathbb{S}(\lambda)$. Далее необходимо сообразить, что искомое решение определяется значением параметра $\lambda = 0$, ибо уравнение $y^2 - x^2 + \frac{x^4}{2} = 0$ ($\dot{x} = y$) задает инвариантное множество, проходящее через начало координат. Интегрируя последнее уравнение с начальными условиями $x(0) = \pm\sqrt{2}$, находим два искомых решения $x(t) = \pm \frac{\sqrt{2}}{\text{cht}}$.

Обратим внимание, что параметр λ возник здесь естественным образом по ходу решения задачи. Другие подобные задачи приведены в статье [6].

Широкие возможности для постановки учебно-исследовательских задач предоставляет теория бифуркаций [4, 5, 13] – бурно развивающаяся сегодня отрасль нелинейной науки, имеющая многочисленные приложения в технике. Приведем несколько типовых задач такого плана, рассмотрение которых, с нашей точки зрения, является целесообразным.

Задача 1 сводится к бифуркационному анализу системы $\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} \dot{x} = x^2 - \lambda, \\ \dot{y} = -y. \end{cases}$

Требуется исследовать ее по параметру как на плоскости x, y , так и в пространстве x, y, t . Заметим, что каждому значению параметра λ отвечает своя фазовая картина, т.е. множество «всех» траекторий на плоскости, отвечающих решениям $x(t), y(t)$ системы. Причем при переходе через значение $\lambda_* = 0$ фазовая картина качественно меняется, т.е. происходит бифуркация. Эта перестройка фазового портрета обсуждалась нами в статье [11]. При $\lambda > 0$ система имеет два состояния равновесия. Они являются устойчивым узлом и седлом. При $\lambda_* = 0$ состояния равновесия сливаются в одно – полуустойчивое. При $\lambda < 0$ состояния равновесия исчезают. Такая бифуркация называется бифуркацией седла–узла. Эта задача может быть отнесена к первому уровню сложности, ибо уравнение $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{\lambda - x^2}$ легко интегрируется, и вся сложность ложится на анализ функции $y(x, \lambda)$, зависящей от параметра.

Задача 2 знакомит с бифуркацией рождения предельного цикла из положения равновесия. Задача важна для многих технических специальностей (радиотехники, электроники, теории колебаний, теории регулирования). Модель имеет вид:

$$\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} \dot{x} = \lambda x - y - x\sqrt{x^2 + y^2}, \\ \dot{y} = x + \lambda y - y\sqrt{x^2 + y^2}. \end{cases}$$

Учитывая специфику нелинейных членов $x\sqrt{x^2 + y^2}$ и $y\sqrt{x^2 + y^2}$, в этой системе целесообразно перейти к полярной системе координат, в которой система примет вид:

$$\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} \dot{\rho} = \rho(\lambda - \rho), \\ \dot{\phi} = 1. \end{cases}$$

Решениями последней являются функции $\phi = t, \rho = \rho(t)$. Видно, что при $\lambda < 0$ функция $F(\rho) \equiv \rho(\lambda - \rho) < 0 \forall \rho > 0$. Стало быть, $\frac{d\rho}{dt} < 0$ и $\rho(t)$, монотонно убывая, стремится при $t \rightarrow +\infty$ к единственному состоянию равновесия. При $\lambda = 0$ картина принципиально не изменяется (рекомендуется проинтегрировать соответствующие уравнения и разобратся с тонкостями стремления $\rho(t)$ к нулю). При $\lambda > 0$ в системе возникает еще одно стационарное решение $\rho = \lambda$, которому на плоскости отвечает замкну-

тая траектория – окружность радиуса $r = \lambda$. При этом другие траектории стремятся к ней, навиваясь снаружи и изнутри (рис. 1). Это следует из анализа знака производной $F'(\lambda)$.

Задача 3 описывает бифуркацию рождения двух циклов – устойчивого и неустойчивого [14] из полуустойчивого $\mathbb{S}(\lambda)$:

$$\begin{cases} \frac{d\rho}{dt} = \rho(\lambda^2 - (\rho - a)^2), \\ \frac{d\varphi}{dt} = 1. \end{cases} \quad (a - \text{число}).$$

Запишите эту систему в декартовой системе координат. Проверьте, что $x = (a \pm \lambda) \cos t$, $y = (a \pm \lambda) \sin t$ – ее периодические решения, которым отвечают циклы. Проверьте, что при $\lambda < 0$ все траектории при $t \rightarrow +\infty$ спиралевидно наматываются на состояние равновесия $\rho = 0$. При $\lambda = 0$ возникает полуустойчивый цикл $\rho = a$: с одной стороны, траектории наматываются на цикл, с другой – сматываются с него (при $t \rightarrow +\infty$). При $\lambda > 0$ полуустойчивый цикл распадается на два: один устойчивый, т.е. при-

тягивающий к себе траектории, другой (внутренний) – отталкивающий от себя траектории. Решение требуется дополнить фазовыми картинками, прибегнув к численному моделированию системы на ПК [15, 16] (рис. 2).

В задаче 4 требуется установить все бифуркации, среди которых новой является бифуркация рождения цикла из петли сепаратрисы седлового положения равновесия

$$\mathbb{S}(\lambda): \begin{cases} \dot{x} = x^2 + y^2 - 2, \\ \dot{y} = x + y + \lambda. \end{cases}$$

Здесь требуется провести подробные аналитические вычисления, установить все бифуркационные значения параметра и провести компьютерные эксперименты для визуализации фазовых картин. Краткий анализ этой модели дан в статье [13].

Замечание. В приведенных выше задачах мы ограничились случаем одного параметра. Если в модели параметров больше, то их исследование существенно усложняется [4].

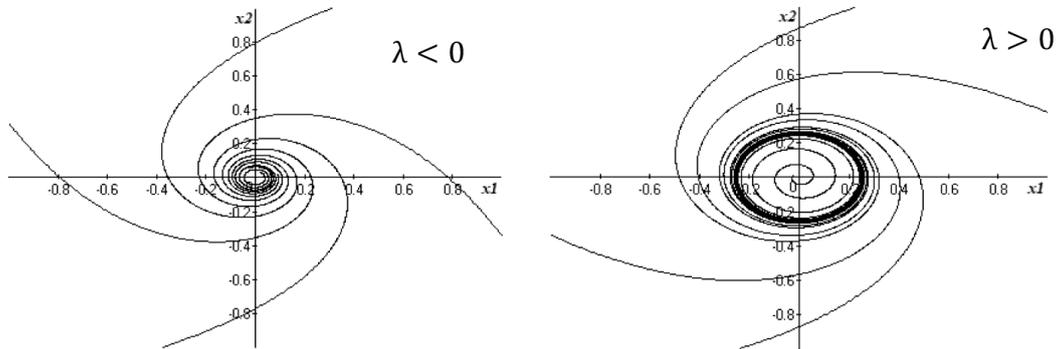


Рис. 1. Бифуркация рождения цикла

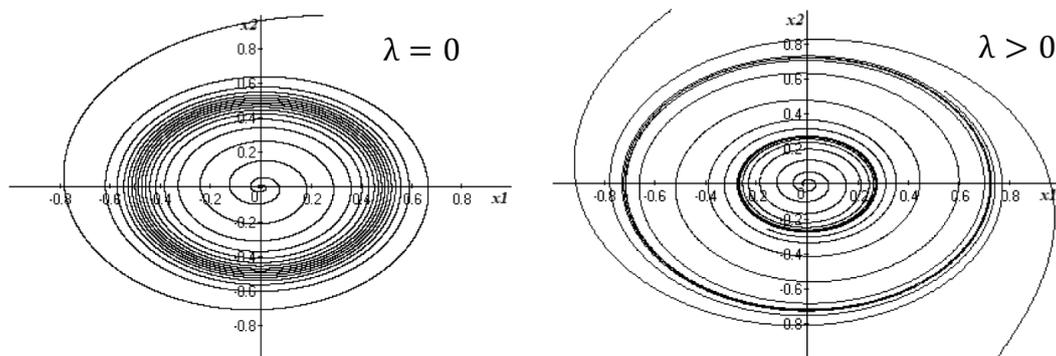


Рис. 2. Из сгущения траекторий (слева) рождаются два цикла (справа)

В курсе информатики к задачам высокого уровня сложности отнесем задачу численного исследования дискретного уравнения [7] $\mathbb{S}(\lambda): x_{n+1} = \lambda x_n(1 - x_n)$. Несмотря на внешнюю простоту, эта математическая модель таит массу интересных эффектов. Феномен этой модели хорошо известен ученым (каскад бифуркаций удвоения периода, переход к хаосу). Однако численный анализ этой модели сегодня вполне посилен современному любознательному студенту. Таких дискретных моделей в современной математике и ее приложениях известно много. С ними можно ознакомиться по книгам [7, 8].

Вскользь коснемся понятия параметра, используемого в теории вероятностей. Хорошо известно, что закон распределения случайной величины ξ (как дискретной, так и непрерывной) задается функцией (распределения), включающей в себя постоянные величины – параметры, которые конкретизируются по ходу решения задачи. Так, например, для случайной величины, *равномерно распределенной* в замкнутом промежутке $[a, b]$, числа a и b – суть параметры распределения; *геометрическое распределение* характеризуется одним числом p – вероятностью успеха в серии одинаковых испытаний $\mathbb{S}(p): p_m = (1-p)^{m-1} p, m = 1, 2, 3, \dots$; *биномиальное распределение* характеризуется уже двумя параметрами: числом независимых испытаний n и вероятностью успеха p : $\mathbb{S}(n, p): p_m = C_n^m (1-p)^{n-m} p^m, m = 0, 1, \dots, n$; *закон Пуассона* $\mathbb{S}(a)$ – одним – средним значением $a: p_m = \frac{a^m}{m!} e^{-a}, m = 0, 1, 2, \dots$; *по-*

казательное распределение – также одним $\mathbb{S}(\lambda): f(x) = \lambda e^{-\lambda x} x > 0$; *нормальный закон* – двумя σ и m – среднеквадратическим отклонением и математическим ожиданием

$$\mathbb{S}(m, \sigma): f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}. \text{ Мы считаем,}$$

вполне посильной, но сложной задачей доказательство предельной теоремы Пуассона: $C_n^m p^m (1-p)^{n-m} \rightarrow \frac{a^m}{m!} e^{-a}$ (где $p \ll 1, n \gg 1, np = a$). Отметим, что распределение с двумя параметрами переходит в распределение с одним параметром [17].

Закключение

Древнейшая из наук математика за многовековую историю своего существования превратилась поистине в необъятную область человеческого знания, представившую сегодня конгломератом математических наук. Она востребована как никогда

ранее, а возникающие прикладные задачи постоянно стимулируют ее развитие. Большие возможности открываются у математики в союзе с компьютерными методами и технологиями. Возросла роль дискретной математики. Вместе с тем преподавание общих курсов математики в технических вузах в сравнении с преподаванием других наук достаточно консервативно. Это объясняется фундаментальностью ее открытий, практической значимостью результатов ее применения и, к сожалению, временными рамками преподавания. Менять содержание и объемы излагаемого материала – дело опасное и ответственное, и это все хорошо понимают. Однако методик изложения математики во вузах существует множество в силу индивидуальных психологических различий и умственных способностей учащихся.

В настоящей статье мы обратились к анализу понятия «параметр», его сущности, предназначению и коснулись некоторых аспектов его применения. Заметим, что уровень профессионализма современного инженера в значительной степени определяется его умением оценивать влияние той или иной величины, присутствующей в математической модели, на ход протекания процесса или явления, т.е. работой с параметром (параметрами). В связи с этим особое положение здесь занимают математические модели, демонстрирующие ветвление (бифуркационные явления). С нашей точки зрения, элементы теории бифуркаций должны быть шире представлены в курсах математики в вузов, подкреплены прикладными задачами из механики, физики, химии, экологии, экономики и иных, а понятию «параметр» в целом должно быть уделено большее внимание. Наша педагогическая практика многократно подтверждала, что математическое инженерное образование должно опираться на систему задач, среди которых важнейшее место следует отвести задачам с параметрами. Такие задачи наилучшим образом мотивируют студентов к обучению, формируют в них гибкость и креативность мышления. В силу сказанного мы и решили обратиться к этой теме.

Список литературы

1. Тестов В.А., Перминов Е.А. Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // Образование и наука. 2021. Т. 23. № 3. С. 11–34.
2. Кирич Н.А. Развитие интереса к математическим дисциплинам посредством создания проблемной ситуации при рассмотрении вырожденных случаев // Педагогическое образование и наука. 2019. № 2. С. 78–83.
3. Булекбаев Д.А., Морозов А.В. Формирование и развитие навыков вычислительного эксперимента у обучающихся на примере исследования динамической системы //

Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. № 659. С. 202–209.

4. Арнольд В.И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: МЦНМО, 2012. 304 с.

5. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 312 с.

6. Морозов А.В. Нахождение частных решений солитонного типа дифференциальных уравнений второго порядка. Методика обучения // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 2. С. 73–78.

7. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988. 238 с.

8. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М.: Постмаркет, 2000. 352 с.

9. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Наука, 1990. 624 с.

10. Треногин В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2009. 312 с.

11. Морозов А.В. Качественная теория дифференциальных уравнений – основная составляющая теории динамических систем // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2014. Вып. 642. С. 177–184.

12. Далингер В.А. Математика: задачи с параметрами. В двух частях. Ч. 1. М.: Райт. 2020. 466 с.

13. Морозов А.В. О компьютерном моделировании колебательных систем с одной степенью свободы на фазовой плоскости // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 8. С. 147–152.

14. Булекбаев Д.А., Морозов А.В. О предельных циклах в модели автогенератора // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 35–40.

15. Егоров А.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple. М.: Солон-пресс, 2016. 392 с.

16. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad 15. СПб.: Питер. 2011. 400 с.

17. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Райт, 2021. 479 с.

УДК 37.013

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПЕДАГОГОВ В УСЛОВИЯХ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ

¹Пак С.Н., ¹Нуркулова М.Р., ²Нуркулова Э.Р.

¹Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек,
e-mail: stellapn@mail.ru, maripanr@mail.ru;

²Бишкекский государственный университет им. К. Карасаева, Бишкек,
e-mail: Nurkulova0104@mail.ru

Наше небольшое исследование посвящено профессиональному выгоранию в условиях пандемии и необходимости перехода педагогов на онлайн-обучение. В этих условиях педагоги обрели огромную социальную значимость и важность, наравне с медиками. Перед педагогами возникли проблемы, на решение которых не было времени и соответствующих навыков. Эмоциональную напряженность и тревожность усугубляли и неопределенность ситуации, отсутствие контроля, обратной связи, ресурсов, проблемы здоровья, семейные отношения, что ускорило процесс профессионального выгорания. Выгорание опасно тем, что на начальной стадии педагог не видит и не осознает свои изменения или симптомы, на этой стадии важно обратить внимание на факторы, которые могут привести к развитию профессионального выгорания. Поэтому необходимо проводить своевременно комплексные профилактические мероприятия по предупреждению выгорания. Мы постарались рассмотреть основные причины, которые во многом дали ускоренное выгорание. Педагог, оказавшись в сложной для него ситуации, не всегда мог использовать свои внутренние резервы для саморегуляции, что приводило к появлению симптомов выгорания. Профессия педагога и без того считается одной из самых «выгораемых», и, к большому сожалению, педагогов не готовят к большому эмоциональному и физическим перегрузкам.

Ключевые слова: выгорание, профессиональное выгорание, стресс, стрессоустойчивость, тревожность, онлайн-обучение, ресурсы, саморегуляция

PROBLEMS OF PROFESSIONAL BURN OUT OF TEACHERS IN ONLINE LEARNING

¹Pak S.N., ¹Nurkulova M.R., ²Nurkulova E.R.

¹Kyrgyz State University named after I. Arabaeva, Bishkek, e-mail: stellapn@mail.ru, maripanr@mail.ru;

²Bishkek State University named after K. Karasaeva, Bishkek, e-mail: Nurkulova0104@mail.ru

Our small study focuses on professional burnout in a pandemic and the need for teachers to switch to online learning. In these conditions, teachers have acquired enormous social significance and importance, on a par with doctors. The teachers faced problems, for the solution of which there was no time and appropriate skills. Emotional tension and anxiety were aggravated by the uncertainty of the situation, lack of control, feedback, resources, health problems, family relationships, which accelerated the process of professional burnout. Burnout is dangerous because at the initial stage the teacher does not see and is not aware of his changes or symptoms, at this stage it is important to pay attention to the factors that can lead to the development of professional burnout. Therefore, it is necessary to carry out timely comprehensive preventive measures to prevent burnout. We have tried to consider the main reasons that have largely resulted in accelerated burnout. The teacher, finding himself in a difficult situation for him, could not always use his internal reserves for self-regulation, which led to the onset of burnout symptoms. The profession of a teacher is already considered one of the most «burned out», and unfortunately, they are not prepared for great emotional and physical overload.

Keywords: burnout, professional burnout, stress, resistance to stress, anxiety, online learning, resources, self-regulation

При сложившейся ситуации мировой пандемии многие педагоги оказались в ситуации неготовности к обучению, что привело ко многим ошибочным шагам. На этом фоне педагоги, испытывая огромное напряжение в стрессовой ситуации, были на пути профессионального выгорания.

Большая ответственность, напряженность, тревожность вели к снижению адаптационных ресурсов педагогов, и без того часто находящихся в ситуациях, когда возможности ресурсов для преодоления стрессов намного превышены. Все это способствовало ускоренному профессиональному выгоранию педагогов.

Нашей целью было рассмотреть основные причины и факторы, которые могли

ускорить процесс профессионального выгорания педагогов при онлайн-обучении.

Наше исследование основывалось на методах наблюдений и бесед с педагогами и на этой основе мы решили обобщить результаты для того, чтобы в критических ситуациях педагог был готов к возможным физическим и эмоциональным перегрузкам. К сожалению, этому не учат в институтах и не формируют соответствующих навыков для их преодоления.

Возможно, наше небольшое исследование привлечет внимание педагогов и руководителей образовательных учреждений. Это позволит своевременно и серьезно отнестись к вопросу профилактики профессионального выгорания педагогов.

Выбор данной проблемы обусловлен в связи со сложившейся в мире эпидемиологической ситуацией. Пандемия высветила многие проблемы не только в экономическом, социальном поле, но и в образовательном.

Необходимость разрешения возникших противоречий в образовательном пространстве обнажила слабые стороны профессиональной деятельности педагогов:

- между целями и задачами воспитания, обучения, развития и используемыми методами, формами и средствами педагогической деятельности;

- между уровнем подготовки педагога и его готовностью действовать в сложившейся ситуации;

- между целями и задачами урока и уровнем познавательной активности учеников;

- между возможностями отдельного ученика и дистанционным характером обучения.

Возникли новые потребности, на которые необходимо было быстро среагировать и найти способ их удовлетворить. Все это привело к тому, что профессия учителя оказалась одной из значимых, от которой зависела судьба многих представителей социальных групп. И здесь проблема сохранения психического здоровья педагога стала очень важной с начала пандемии. Не остались в стороне и наши педагоги.

Профессия учителя относится к типу профессий, которые характеризуются своими специфическими особенностями: ненормированный рабочий день, большие физические и психоэмоциональные нагрузки, низкий заработок и социальный статус, бесконечные проверки и отчеты, подчиненность особым нормам и правилам поведения.

Негативные проявления в ситуациях интенсивного общения, недостаточность ресурсов при большом объеме работ, накапливаемых администрацией, постоянный стресс создают для педагога определенные трудности в реальной жизни.

Специфика педагогической профессии еще состоит в том, что она имеет коллективный характер. Вертикаль и горизонталь общения составляют общую деятельность, что дает профессиональный и личностный рост педагогу. В этом и формируется потенциал личности педагога, который помогает приобретать социальный и профессиональный опыт, умение находить оригинальные решения, творческие пути, методы, формы.

В условиях пандемии и при необходимости перехода к онлайн-обучению педагог лишается основных уровней общения и дополнительных ресурсов для своей деятельности. Кроме того, не весь педагогический состав был готов к онлайн-обучению.

Если молодые педагоги, быстро сориентировавшись и разобравшись с компьютерными технологиями, как-то начали вести свою профессиональную деятельность, то педагоги старшего поколения оказались перед такими трудностями, как освоение компьютера и программ дистанционного обучения, с которыми не были хорошо знакомы.

Времени на освоение дистанционных технологий не было, а учебный процесс нельзя прерывать. Был недостаточен опыт для ведения онлайн-занятий, создания электронных дидактических материалов с разными формами подачи материала, программ для индивидуального обучения.

Не было времени на возможность продумать новые формы и попробовать разные средства и методы для преподавания, чтобы лучше отработать, выбрать наиболее доступный формат подачи учебного материала для удерживания внимания и мотивирования учащихся.

Это важный фактор, так как на ученика, находящегося дома, в непривычной (в психологическом плане) для обучения и восприятия учебного материала обстановке, воздействуют много отвлекающих моментов: в семье несколько детей и у всех одновременно начинаются занятия, не все в этой ситуации имеют доступ к компьютеру, наличие маленьких детей, присутствие старшего поколения: бабушек, дедушек и т.д.

И, как следствие, при таком подходе к обучению не задействованы все каналы восприятия информации, что снижает эффективность образовательного процесса. Было понимание, что необходимо что-то менять в сложившейся ситуации, а как это сделать, было неизвестно.

Проблему создавали и такие обстоятельства, как отсутствие ресурсов связи для онлайн-обучения как для педагогов, так и для учащихся: не все имели открытый и постоянный доступ к интернету. Это обстоятельство вело к потере связи с учеником и учителем, что, в свою очередь, вело к отсутствию контроля и ответственности.

На этот момент усиливался разрыв между качеством образования и включением личности в реальность. В это время надо было еще заботиться и о своей семье, детях. Вопрос здоровья выходил на первый план. Резкое ограничение общения, контакта, отсутствие обратной связи, ощущение бесконтрольности приводило к тревожному состоянию не только педагогов, но и учащихся.

Требования к академической успеваемости усугубляли и без того напряженную создающуюся ситуацию. Ответная реак-

ция – это возникновение внутриличностных конфликтов, как результат перегрузки педагогов. Внутриличностный конфликт возникал на фоне сильных негативных переживаний в сложившейся ситуации, противоречивых требований, личностных потребностей и ценностей.

Проблему усугублял еще и фактор здоровья педагогов. К истощению нервной системы приводило долгое пребывание в состоянии эмоционального напряжения и перенапряжения, в результате чего шел процесс внутреннего накопления отрицательных эмоций и, как следствие, возникали новые или всплывали старые хронические болезни.

На этом фоне наблюдались некоторые признаки профессионального выгорания: бессонница, чрезмерная усталость, пассивность, негативные установки, уменьшение или увеличение аппетита, проявление агрессии, страх заболеть. Начальная тревожность требовала больших энергетических затрат, которая сменялась снижением интереса к своей работе, разочарованию, негативным установкам.

Возникающие негативные установки могли вначале иметь скрытый характер и проявляться во внутреннем сдерживаемом раздражении, которое со временем вырывалось наружу в виде раздражения или конфликтных ситуаций. Начинает расти напряжение в общении. В этих случаях педагогу нужно приложить много волевых усилий, чтобы заставить себя работать.

Здесь возможен, как писал Альфред Лэнгле [1], процесс дегуманизации. Это когда меняется отношение к людям: внимательное и уважительное отношение к людям превращается в негативное. Когда не остается эмоциональных сил, чтобы поддерживать отношения, тогда начинают включаться автоматические защитные реакции. Возможно и утрачивание чувств в отношении себя. Все эти факторы могут усугубить проблему профессионального выгорания педагогов.

Синдром выгорания можно рассмотреть по распространенной модели К. Маслач и С. Джексона [2]. Они выделяют три его основных составляющих:

- эмоциональное истощение (чувство беспомощности, безнадежности, эмоциональные срывы, повышенная усталость, снижение работоспособности, возникновение физического недомогания, «притупленность» эмоций, безразличие к потребностям других людей);

- деперсонализация (деформация отношений с другими людьми, повышение зависимости от других, повышение нега-

- тивизма, нежелание общаться, склонность унижать, игнорировать просьбы),

- сокращенная профессиональная реализация (негативное оценивание себя, своих профессиональных достижений и успехов, негативизм служебных достоинств и возможностей, либо редуцирование собственного достоинства, ограничение своих возможностей, обязанностей по отношению к другим).

По этой модели три основных составляющих синдрома выгорания в условиях пандемии будут работать в ускоренном режиме, что будет сказываться на профессионализме педагогов.

Особенно это касается «трудооголиков», которые с полной отдачей и с большой долей ответственности работают зачастую в ущерб себе. Подвержены такому риску и педагоги с авторитарным стилем общения или с низким уровнем самооценки.

Онлайн-обучение влияет и на ролевую ограниченность, что ведет к неудовлетворенности профессиональной деятельностью, появляется чувство отверженности в референтной группе (как у педагогов, так и учащихся).

Если мы рассмотрим балансную модель Пезешкиана [3] на предмет ролевой деятельности, то видим, что ограниченность в деятельности и контактах высока во время пандемии, что отражается на следующих составляющих модели: на внутреннем мире и теле (рисунок).

Анализируя эту модель, психолог Дмитрий Дудалов акцентировал внимание на то, что «идеальным распределением жизненной энергии» является 25% на каждую сферу, и это можно считать «зеленым коридором».

Если на сферу приходится 10–20% или 30–50% – это «желтый коридор», и это сильное основание, чтобы считать наличие дисбаланса, что может привести к проблемным ситуациям (эмоциональное выгорание – это одна из них). Если на какую-то сферу приходится меньше 10% или больше 50% – это «красный» коридор, явный дисбаланс и попытка компенсировать за счет этой сферы другие. Это явный сигнал наличия (пусть не всегда явного) проблем».

Здесь мы видим, что наши педагоги находятся в «желтом» или «красном» коридорах, что ускоренно приводит к профессиональному выгоранию. Определяющую роль играет и нечеткая организация труда, вкладывание в работу больших личностных ресурсов, при недостаточности результатов, полная изоляция, дефицит административной, социальной, профессиональной поддержки со стороны коллег.



Балансная модель Носсрата Пезешкиана

Если при офлайн-обучении отдельные эти факторы не могут вызвать профессионального выгорания, то при онлайн-обучении, при условии неготовности, как администрации, так и педагогов, а они срабатывают одновременно, намного ускоряют процесс выгорания.

Мы не можем с большой долей уверенности утверждать, что в ситуации онлайн-обучения все педагоги встанут на путь профессионального выгорания. Здесь важны внутренние личностные ресурсы каждого педагога, знание специальных методов и приемов саморегуляции, которые помогают личности быть более адаптированной и стрессоустойчивой.

Важность саморегуляции в жизни педагога очевидна, так как деятельность в основном направлена на межличностные отношения. Саморегуляция важна и для понимания поведения, деятельности ребенка, для результативности в решении разнообразных профессиональных задач.

Помимо регуляции своего поведения, педагог должен регулировать поведение своих учеников в различных ситуациях, в нашем случае – это условия карантина. Такая повышенная психическая нагрузка может негативно отразиться на интеллектуальной и эмоциональной сферах. От владения техниками саморегуляции зависит успешность профессиональной деятельности педагога.

Н.Е. Водопьянова в своем исследовании показала, что учителя, обладающие высоким адаптационным потенциалом и хорошей регуляцией своего поведения, менее подвержены влиянию профессиональных стрессов и выгоранию. Это прослеживается независимо от возраста и стажа работы педагогов [4].

Отсюда можно сделать вывод, что существует тесная связь между выгоранием и типом саморегуляции педагогов.

Говоря о личностных ресурсах, мы имеем в виду тип нервной системы, возраст, пол, состояние здоровья. Наличие кризисных периодов развития личности, например кризис середины жизни, зачастую после 50 лет у педагогов наблюдается тревожность, проявляющаяся нередко в сильном раздражении, эмоциональных срывах, которые также обостряют возможность выгорания.

Кроме того, у большинства учителей наблюдается высокая личностная тревожность, следствием которой являются гипертрофизация, драматизация и уход в глухую психологическую защиту.

Важно отметить, что педагоги реагируют на оценочные высказывания по поводу своих личностных данных, так как в силу своей профессиональной деятельности они привыкли оценивать других. Неблагоприятные педагогические ситуации, которые возникают как следствие собственных

личностных слабостей или профессиональных упущений, педагогу трудно принять.

Здесь важную роль играет и духовное состояние: насколько педагог готов сопротивляться стрессам, преодолевать опасности и не терять надежду. В этом случае личностные ресурсы хорошо помогают творческим личностям, у которых гибкость мышления помогает обновлять смыслообразующие составляющие, новые смыслы в профессиональной и личной жизни [5].

Если рассмотрим внешние ресурсы, которые противодействуют профессиональному выгоранию, то здесь семья оказывается на первом месте, отсюда педагог должен получать эмоциональную поддержку.

Психологический климат в семье, межличностные семейные отношения, которые усугубляются бытовыми факторами, ежедневной рутинной, ограниченной простотой передвижения, нарушении территориальных и личностных границ – важный фактор в контексте профессионального выгорания [6].

В этих условиях семья может привести к истощению внутренних ресурсов из-за больших эмоциональных перегрузок в семье. Крайне важны для предотвращения профессионального выгорания сильная мотивация, понимание и видение смысла. Так как чувство, когда что-то делается без внутреннего согласия и ощущения ценности для себя, ведет к выгоранию.

Педагоги в большинстве случаев являются перфекционистами, им присуще чувство большой ответственности и принятие вины на себя, поэтому они больше подвержены эмоциональному выгоранию.

Профессиональное выгорание – это плата за то, что долгое время педагог находился в стрессовом состоянии и был отчужден от своей жизни. Большой поддержкой в данном случае должна являться администрация, поддержка и помощь коллег, так как профессиональная напряженность, ведущая к стрессу, будет растрчивать большие внутренние ресурсы.

Работу с предотвращением профессионального выгорания можно начать с разгрузки. На первое время необходимо разделить ответственность, видеть реальные и достижимые цели, критически рассматривать свои ожидания.

Умение рационально распланировать свое время, знание техник психической саморегуляции и релаксации являются эффективным способом профилактики предотвращения профессионального выгорания. Профилактические мероприятия, в свою очередь, должны быть комплексными: физическими, психологическими, на улучше-

ние морального климата в коллективе (семье), оптимизацию труда педагогов.

Существуют множество путей и методов для нормализации психофизического состояния: качественный сон, сбалансированное питание, физическая нагрузка, дыхательные упражнения, массаж, занятия йогой, медитация, водные процедуры, музыка, общение с друзьями, походы, пикники и другие. Каждый может выбрать оптимальные пути, чтобы уберечь себя от выгорания [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное нами небольшое исследование позволило сделать следующие выводы:

- в ситуации внезапной пандемии педагог оказывается в сложной ситуации, когда внутренние резервы могут быть истощены;
- для регуляции профессиональной деятельности на ведущую роль выходят индивидуально-личностные качества педагога;
- высокий уровень саморегуляции может быть защитным фактором при профессиональном выгорании;
- профилактические мероприятия по предотвращению выгорания должны иметь комплексный характер (учет внутренних и внешних факторов выгорания).

Заключение

Мы постарались разносторонне рассмотреть проблему профессионального выгорания педагогов при онлайн-обучения в условиях внезапной пандемии. В рамках проведенного исследования нельзя охватить все составляющие и факторы, способствующие профессиональному выгоранию.

Мировая пандемия внесла свои коррективы в организации учебного процесса, и на этом фоне необходимо принять защитные меры, прежде всего для педагогов.

Все представленные нами факторы необходимо рассматривать в зависимости от ситуации и индивидуальных особенностей темперамента, характера, поведения педагога. В одних случаях это может привести к выгоранию, в других нет.

Список литературы

1. Альфрид Лэнгле. Эмоциональное выгорание – пепел после фейерверка. Экзистенциально-аналитическое понимание и предупреждение // Экзистенциальный анализ теории и практики индивидуальной и групповой психотерапии: лекция (г. Москва, 27 ноября 2014 г.). М.: Московский социально-педагогический институт [Электронный ресурс]. URL: <https://tovievich.ru/news/6389-alfred-lengle-emocionalnoe-vygoranie-pepel-posle-fejerverka-ekzistencialno-analiticheskoe-ponimanie-i-preduprezhdenie-lekciya-v-mspi-27-11-2014.html> (дата обращения: 14.04.2021).

2. Дудалов Д. Эмоциональное выгорание и его профилактика [Электронный ресурс]. URL: https://psypractice.com/publications/psikhicheskoezdorove/emotsionalnoe_vigoranie_i_ego_profilaktika (дата обращения: 14.04.2021).
3. Иванов А. Составляющие счастья. Балансная модель – 4 качества жизни (Кристалл Пезешкиана) // Психология счастливой жизни (г. Москва, 17 декабря 2019 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://psycabi.net/psikhologiya-samorazvitiya/466-sostavlyayushchie-schastya-balansnaya-model-kristall-n-pezechkiana> (дата обращения: 14.04.2021).
4. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика. СПб.: Питер, 2005. 336 с.
5. Пак С.Н. Ресурсы стрессоустойчивости личности педагога // Теоретические и методологические проблемы современного педагогического образования»: материалы научно-практической конференции (г. Бишкек, 24 марта 2018 г.). Бишкек: Издательство КГУ им. И. Арабаева, 2018. С. 490–497.
6. Сушенцова Л.В. Профессиональное выгорание педагога: сущность, диагностика, профилактика // Инновационная сельская школа: от идеи к результату (г. Йошкар-Ола, 12 апреля 2006 г.): сборник статей. Йошкар-Ола: Издательство ГОУВПО Мар. гос. ун-т, 2006. С. 190–198.
7. Пак С.Н. Социальная поддержка как один из ресурсов стрессоустойчивости педагога // Проблемы и перспективы развития психологической науки в Кыргызстане»: материалы научно-практической конференции (г. Бишкек, 22 октября 2018 г.). Бишкек: Издательство КГУ им. И. Арабаева, 2018. С. 138–142.

УДК 379.8

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ДОСУГА СОВРЕМЕННЫХ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Сафарова Н.А., Мамедова Л.В.

ТИ(ф) «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Нерюнгри,
e-mail: narminag_99@mail.ru, larisamamedova@yandex.ru

В данной статье нами были выявлены особенности досуговой деятельности младших школьников. Мы провели анализ педагогической литературы по данной проблеме, определили виды досуговой деятельности и ее основные направления. Нами были рассмотрены функции воспитательной работы, методы сотрудничества и сотворчества с детьми. Описаны методы досуговой педагогики, с помощью которых можно организовать игровую деятельность детей младшего школьного возраста. Досуговая деятельность положительно влияет на удовлетворение фундаментальных потребностей человека, способствует формированию у ребенка уважительного отношения к себе, инициативности, уверенности в себе, выносливости, искренности, сдержанности, настойчивости и др. Когда ребенок занят любимым занятием во время досуговой деятельности, это положительно воздействует на поддержание эмоционального здоровья, способствует снижению стресса и незначительных беспокойств. Реализация досуговой деятельности помогает формированию у детей культуры общения, создает условия для самореализации и самовоспитания личности. Нами был проведен анализ организации досуговой деятельности учеников младшего школьного возраста МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри. Также были описан перечень досуговых услуг, которые предоставляет образовательная организация, проведен опрос родителей учащихся и самих учащихся, представлены и описаны результаты опроса.

Ключевые слова: младший школьный возраст, досуговая деятельность, формы досуга, виды досуговой деятельности, методы педагогики досуга, досуг

THEORY AND PRACTICE OF LEISURE ORGANIZATION OF MODERN YOUNGER PUPILS

Safarova N.A., Mamedova L.V.

TI (f) North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Neryungri,
e-mail: narminag_99@mail.ru, larisamamedova@yandex.ru

In this article, we have identified the features of leisure activities in junior schoolchildren. We analyzed the pedagogical literature on this issue, identified the types of leisure activities and its main directions. We examined the functions of educational work, methods of cooperation and co-creation with children. Described the methods of pedagogy of leisure, which can be used to organize the play activities of children of primary school age. The possibility of choosing your favorite activities in educational institutions affects the nature of self-organization of the entire subsequent life of the child. Leisure activities contain tremendous potential for the development of a child's character. The implementation of this activity contributes to the formation of a culture of communication in children, creates conditions for self-realization and self-education of the individual. Substantial and entertaining leisure time, education and meeting the basic needs of the child play an important role in his development and formation as a person. Activities that you enjoy during your leisure time support emotional health, help you get out of stress, as well as relieve tension. We carried out an analysis of the organization of leisure activities for pupils of primary school age MBOU Secondary School No. 15 in Neryungri. We described the list of leisure services provided by the educational organization, conducted a survey of the parents of students and the students themselves, and presented and described the results of the survey.

Keywords: younger school age, leisure activities, forms of leisure, types of leisure activities, methods of leisure pedagogy, leisure

А.В. Каменец, И.А. Урмина в своих научных исследованиях пишут о том, что «досуг – это особая форма организации свободного времени учащегося для реализации своих интересов. Внеклассным занятием в начальной школе в рамках ФГОС называют свободное время под руководством педагога» [1, с. 27].

В наше время тема «Теория и практика организации досуга современных младших школьников» очень актуальна, потому что досуг младших школьников очень важен в школьной жизни. Досуг может быть важным фактором физического и нравственно-го развития детей. Особая ценность в орга-

низации досуговой деятельности состоит в том, что свободное время может помочь ребенку получить максимум удовольствия и открыть для него самые новые творческие способности.

Цель исследования: изучить теорию организации досуга современных младших школьников.

Методы исследования:

- 1) теоретические: анализ, синтез;
- 2) эмпирические: анализ педагогической литературы по теме исследования.

В связи с тем, что образование и воспитание тесно связаны в проведении досуга,

необходимо учитывать методы обучения, которые могут быть непосредственно применены учителями к любому способу организации досуга ребенка. В современной образовательной системе, помимо признания личностно-ориентированной модели взаимодействия, согласно которой учитель и ребенок являются субъектом образовательного процесса, определенная роль отводится методам воспитательного воздействия. При проведении практической деятельности учитель занимает одно из важнейших мест. Основные методы сотворчества и сотрудничества с детьми – игровые, театрализованные, соревновательные, импровизационные, воспитывающие. Эти методы активно используются при организации досуговой деятельности детей.

Нами были подробно рассмотрены методы досуговой деятельности, которые описывает А.Ф. Воловик:

«1) методы массового воздействия. Их использование заключается во включении детей в программу массовых игр;

2) методы театрализации. Театрализованные мероприятия для детей включают бесконечное множество занятий и социальных ролей. Метод театрализации создает эффективную активную ситуацию, в которой каждый, кто участвует, является не просто пассивным зрителем, а активно реагирующим зрителем;

3) методы игры и игрового тренинга. Игровая деятельность занимает значительное место в жизни ребенка младшего школьного возраста;

4) метод наглядности и иллюстрирования. Данный метод способствует реализации дидактического принципа наглядности при обучении, развивает наблюдательность, наглядно-образное мышление, зрительную память и внимание» [2, с. 102].

Все перечисленные методы в совокупности помогают эффективно организовать игровую деятельность детей и получить видимые результаты.

Учителю необходимо в досуговой деятельности творчески моделировать различные методы воспитания и обучения детей. Выбор методов зависит от содержания досуговой деятельности, возраста учеников и характера занятий. Досуг строится на позиции сотрудничества. Она требует конфиденциального и доверительного общения. Это общение основано на межличностном общении, которое позволяет партнерам понимать и принимать позицию друг друга и отстаивать свои собственные суждения.

На основе анализа современного опыта организации детского досуга, являюще-

гося одной из наиболее распространенных и эффективных форм, выделяется педагогическая анимация, задача которой – объединить различные формы досуга, в том числе игры, театрализацию, а также массовые праздники и т.д.

Эта форма организации детского досуга пришла к нам из-за границы. В нашей стране педагогическая анимация также набирает популярность как одна из самых эффективных форм организации досуга детей. Педагогическая анимация направлена, в первую очередь, на организацию поддержки учащихся в преодолении трудностей в обучении.

Организаторы досуга младших школьников часто используют театральную анимацию. М.Б. Зацепина дает следующее определение понятию «театральная анимация» – «это агитационная и образовательная деятельность, цель которой – познакомить детей и молодежь с драматической игрой и восприятием культурных представлений. Театральную анимацию не следует рассматривать как побочный продукт театрального творчества, поскольку зрители должны быть заинтересованы в понимании важности театрального творчества и возможности участвовать в нем» [3, с. 39].

Кроме того, в настоящее время игровая деятельность приобретает особое значение в организации культурно-досуговых мероприятий с детьми младшего школьного возраста, поскольку в этом возрасте игра позволяет каждому ребенку почувствовать себя субъектом, проявить и развить свою личность. Влияние игры отражается в самоопределении жизни младших школьников, в формировании коммуникативной уникальности личности, в эмоциональной устойчивости и в способности включаться в растущую ролевую динамику современного общества.

Мастерство организатора досуговой деятельности заключается в способности проникать в сферу духовных интересов детей, умело используя при этом весь арсенал игровых программ для воздействия на них, а также гибко сочетать основные цели воспитания и обучения с конкретными задачами практики, побуждать детей младшего школьного возраста к самостоятельности, активности и развитию творческих способностей.

Рекомендуемое время проведения досуговой деятельности для младших школьников – 35–45 мин (подвижные игры – до 1 ч) [4, с. 32].

В наши дни учителя не до конца понимают суть игры как важнейшей сферы ду-

ховной жизни ребенка. Без игры невозможно ни развитие мышления, ни нравственное развитие личности ребенка.

Нами был проведен анализ организации досуговой деятельности учеников младшего школьного возраста на базе МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри.

Учреждение предоставляет детям младшего школьного возраста возможность для разностороннего развития, укрепления здоровья и самоопределения, обогащает содержание базового образования, улучшает социальную и образовательную функцию и создает условия для организации досуговой деятельности детей.

Учителя МБОУ СОШ № 15 постоянно работают над усилением роли игры в формировании досуга подрастающего поколения, поддержке любительского творчества, социальной и культурной активности населения, организации досуга и отдыха, пропаганде здорового образа жизни.

В перечень услуг по организации досуга, предлагаемых учреждением, входят:

«1) создавать и организовывать работу клубных формирований (кружков, творческих коллективов, клубов по интересам и др.);

2) организация и проведение культурных мероприятий для культурно-досуговых мероприятий с младшими школьниками (концерты, фестивали, выставки, литературные и музыкальные вечера и т.д.)» [5].

Перечень дополнительных образовательных программ в учреждении формируется на основании социологического опроса потребителей услуг. В этом году разработаны и внедрены в образовательный процесс новая программа общекультурной направленности «Инжиниринг» и студия лепки японской глиной.

Итак, мы анализируем досуговую деятельность с младшими школьниками в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри. Одно из главных направлений – это развитие новых форм. Сегодня каждое образовательное учреждение ищет свой путь повышения эффективности своей деятельности. Перед коллективом МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри стоит задача совершенствования досуговой деятельности младших школьников, обогащения ее новыми идеями и систематизации.

В целях активизации обучающихся, развития интереса к занятиям педагоги МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри внедряют нетрадиционные формы занятий:

1) занятие-игра (путешествие, конкурс, сказка, викторина и др.);

2) занятие – ролевая игра (творческая мастерская, работа в бригадах, магазин игрушек, театральное представление и др.);

3) метод проблемного обучения (мозговую атаку, постановку спорных вопросов), неожиданный вопрос или ситуацию;

4) для более эффективного проведения занятий – использование информационных технологий (ИКТ) (мультимедийной презентации, виртуальной экскурсии, практикума, динамических презентаций по темам и др.);

5) проектную деятельность – одну из современных форм проведения занятий. Подразумевает реализацию мини-проектов по теме или разделу программы;

6) мастер-классы – обучающиеся творческих групп проводят мастер-класс для детей первого года обучения.

Для определения уровня удовлетворенности потребителей качеством досуговой деятельности детей младшего школьного возраста в марте 2021 г. было проведено анкетирование среди обучающихся МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри и их родителей.

Целями проведения данного исследования были:

1) выявление интереса детей младшего школьного возраста по направлениям досуговой деятельности МБОУ СОШ № 15;

2) получение отражения реального состояния дополнительного образования, анализ динамики развития учреждения.

В ходе анализа анкет выяснилось, что из 62 опрошенных большинство детей посещают дополнительные занятия еженедельно и им интересно принимать участие в досуговой деятельности.

По итогам анкетирования младших школьников выявлено следующее.

На вопрос: «Какие мероприятия вам больше нравятся?» нами были получены следующие ответы, которые представлены на рис. 1.

Ответы на данный вопрос показали, что большинство детей младшего школьного возраста готовы содержательно заниматься досуговой деятельностью.

На вопрос: «В каком кружке ты бы хотел(а) заниматься?» нами были получены следующие результаты, которые показаны на рис. 2.

Ответы на этот вопрос подтвердили необходимость создания в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри кружков и студий общекультурного и декоративно-прикладного направления.

При ответе на следующий вопрос: «Чем бы вы еще хотели заниматься?» в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри младшие школьники предложили экскурсии, подвижные игры.

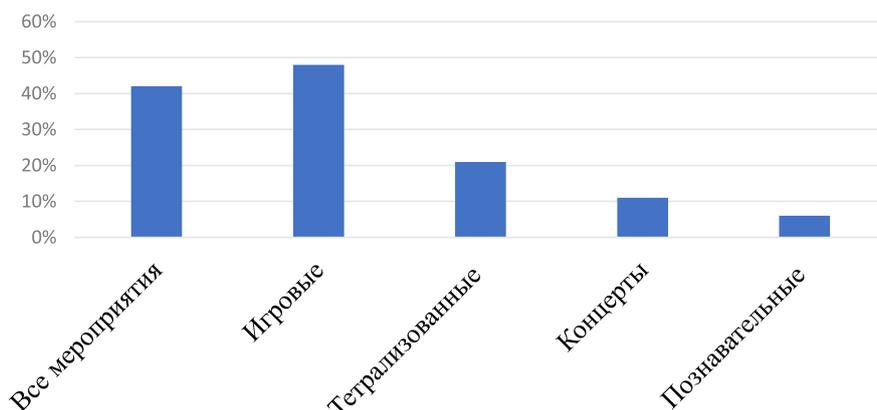


Рис. 1. Ответы детей на вопрос: «Какие мероприятия вам больше нравятся?»

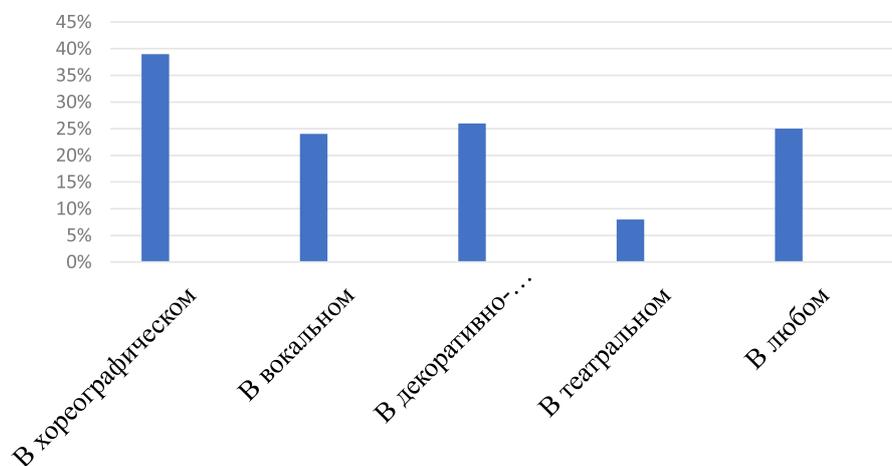


Рис. 2. Ответы детей на вопрос: «В каком кружке ты бы хотел (а) заниматься?»

В социологическом опросе на тему определения уровня удовлетворенности потребителей качеством досуговой деятельности детей младшего школьного возраста приняли участие 67 родителей обучающихся МБОУ СОШ № 15. По вопросу обоснования устройства ребенка в кружок или секцию по тому или иному направлению дополнительного образования родители руководствовались интересами школьника – 43 человека, желанием проявить способности ребенка – 21 человек, тем, друзья ребенка посещают данное объединение, – 6 человек.

Главный смысл организации досуговой деятельности детей младшего школьного возраста в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри 51 опрошенных родителей видят в проявлении и раскрытии способностей их ребенка, в развитии его творческих способностей – 38, в развитии его интересов и потребно-

стей – 21, в познании и проявлении индивидуальных особенностей – 12.

На вопрос о доступности получения дополнительных образовательных услуг в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри 95% опрошенных ответили положительно, 5% считают получение дополнительных услуг недоступным.

Наиболее привлекательными направлениями в досуговой деятельности МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри, по мнению родителей, являются общекультурное – 46%, далее – спортивно-оздоровительное – 38%, по 11% – интеллектуальное и духовно-нравственное.

По сравнению с предыдущим годом увеличилось количество желающих заниматься в кружках интеллектуальной направленности (робототехника, леги-конструирование и т.д.), на 4% – общекультурной направленности (хореографией, музыкой,

изобразительным искусством, театральной деятельностью), в спортивно-оздоровительных секциях – на 6%.

На основании проведенного исследования по досуговой деятельности с младшими школьниками в МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри можно заключить, что образовательное учреждение уделяет достаточное внимание таким направлениям досуговой деятельности, как: спортивно-оздоровительное, интеллектуальное, общекультурное, духовно-нравственное и социальное.

Заключение

Нами были рассмотрены и изучены теоретические основы организации досуговой деятельности детей младшего школьного возраста. Методы организации досуга, с одной стороны, перекликаются с методами обучения, с другой – отличаются от общепринятых методов обучения или наполнены другим содержанием. Нами были проанализированы методы игры и игрового обучения, театрализация, духовный контакт, поддержание ситуаций

и импровизация. Досуговая деятельность может стать стимулом для развития личности ребенка. В этом и заключаются ее расширенные возможности. Но неправильно организованный досуг может явиться фактором виктимизации ребенка. Следовательно, организация досуга детей на практике с точки зрения влияния на личность должна выходить далеко за рамки досуга. Это масштабная социальная акция, целью которой является разностороннее развитие личности ребенка.

Список литературы

1. Каменец А.В., Урмина И.А. Основы культурно-досуговой деятельности. М.: Юрайт, 2019. 185 с.
2. Воловик А.Ф. Педагогика досуга. М.: МПСИ; Флинта, 2015. 235 с.
3. Зацепина М.Б. Организация досуговой деятельности. М.: Юрайт, 2019. 149 с.
4. Ворожбит Л.Н. Методические разработки различных форм досуговых мероприятий. Тамбов: МБУДО ЦДОД, 2016. 52 с.
5. Сайт МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри. [Электронный ресурс]. URL: <https://15.41147.3535.ru/> (дата обращения: 23.03.2021).

УДК 796.06:793.38

АНОМАЛИИ В СУДЕЙСТВЕ В ФИНАЛЕ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ТАНЦЕВАЛЬНОМУ СПОРТУ ПРИ НАЛИЧИИ НА ПАРКЕТЕ «СВОИХ ПАР»

Сингина Н.Ф.

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, e-mail: singina63@mail.ru

Считается, что спортивный судья обязан быть беспристрастным, поэтому вопрос о том, принимают ли судьи предвзятые решения, и понимание причин, из-за которых судьи отступают от своей основной обязанности – беспристрастности, является фундаментальным не только с практической, но и с теоретической точки зрения. Целью настоящего исследования была попытка выявления статистической достоверности аномального судейства в финале соревнований по танцевальному спорту. Для этого были проанализированы судейские протоколы финала соревнования «Открытый международный фестиваль Танцевальные истории – 2019». Для этого были выделены те финалы, в которых судьи имели занявшие на паркете вторые и третьи места «свои пары» (таковых было выявлено девять – в пяти из них «свои пары» заняли вторые места и в четырех заняли третьи места), и те, в которых такие «свои пары» на паркете отсутствовали (шестнадцать финалов). Далее для них рассчитывалось отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок, данные которых далее были использованы для расчета числа теоретически возможных случаев аномального судейства и число случаев аномального судейства для этих пар, как абсолютное, так и в перерасчете на одного судью. При анализе судейства установлено, что число первых мест, данных судьями «своим парам», занявшим второе место, в пересчете на одного судью достоверно выше, чем данным «чужим парам», также занявшим второе место. Аналогичная картина наблюдалась и когда «своя пара» занимала третье место – число первых мест, данных судьями «своим парам», занявшим третье место, в пересчете на одного судью достоверно выше, чем у «чужих пар», также занявших третье место. Таким образом, наличие на паркете «своих пар» судей вызывает статистически достоверные аномалии при судействе в танцевальном спорте в финале соревнований.

Ключевые слова: танцевальный спорт, судейство, анализ объективности, статистические методы, фаворитизм

ANOMALIES IN JUDGING IN THE FINAL OF DANCE SPORT COMPETITIONS AT THE PRESENCE OF «OWN PAIRS»

Singina N.F.

*Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (SCOLIPE),
Moscow, e-mail: singina63@mail.ru*

It is believed that a sports referee must be impartial, so the question of whether referees make biased decisions and understanding the reasons why referees deviate from their primary duty of impartiality is fundamental not only from a practical but also from a theoretical point of view. The aim of this study was an attempt to identify the statistical significance of abnormal refereeing in the finals of a dance sport competition. For this, the judges' protocols of the final of the competition «Open International Festival of Dance Stories – 2019» were analyzed. For this, the finals were singled out, in which the judges had taken on the floor «own pairs», 2nd and 3rd places (of which 9 finals were identified – in 5 of them «own pairs» took second place and in 4 took third place) and those in which there were no such «own pairs» on the floor (16 finals). Further, for them, the ratio of the number of first places given to a couple to the total number of marks given to it was calculated, the data of which were further used to calculate the number of theoretically possible cases of abnormal refereeing and the number of cases of anomalous refereeing for these couples, both absolute and recalculated per one judge. When analyzing the judging, it was found that the number of first places given by the judges to «own pairs» who took 2nd place, in terms of one judge, is significantly higher than to these «alien pairs» who also took second place. A similar picture was observed when the «own pair» took the third place – the number of first places given by the judges to «own pairs» who took the third place, in terms of one judge, was significantly higher than among the «alien pairs» who also took the third place. Thus, the presence of «own pairs» of judges on the floor causes statistically significant anomalies when judging in dance sports in the final of the competition.

Keywords: dance sport, judging, objectivity analysis, statistical methods, favoritism

Считается, что спортивный судья обязан быть беспристрастным, особенно в том случае, когда его объективное суждение жизненно важно для спортсменов. Поэтому вопрос о том, принимают ли судьи предвзятые решения, и понимание причин, из-за которых судьи отступают от своей основной обязанности – беспристрастности, является фундаментальным не только с практиче-

ской, но и с теоретической точки зрения. В то же время оценка распространенности этого явления и причин предвзятости судей имеет отношение к различным видам спорта. Предвзятость судей особенно актуальна в тех видах спорта, в которых субъективная предвзятость в принятии решений может определять результаты соревнований, что может иметь серьезные последствия

для карьеры спортсменов [1], при этом эта предвзятость сохраняется даже при изменении системы оценки соревнований [2, 3].

С самого начала развития танцевального спорта пары на соревнованиях, так же как и в других видах спорта, оцениваются на основе определенных критериев и систем, которые с развитием танцевального спорта постоянно изменяются [4]. В настоящее время в зависимости от уровня соответствующего конкурса используются детально разработанные критерии, представляющие собой основные требования и параметры для оценки технических и артистических показателей танцевального выступления. Судьи оказывают ключевое влияние на конечный результат, показываемый спортсменами, как объективно, так и субъективно. В то же время, несмотря на все изменения, которые вносят в эти системы оценки эксперты WDSF, проблема объективной оценки выступлений спортсменов стоит все так же остро [5, 6]. Однако на соревнованиях по спортивным танцам на уровне отдельной страны, на которых используется старая система оценки спортсменов, присутствуют свои, хотя и менее заметные групповые идентичности, которые не могут быть так легко выявлены. В то же время факт, что общая групповая идентичность является определяющим фактором при принятии решений, хорошо согласуется с теоретической работой по идентификации и принятию индивидуальных решений [7].

В настоящее время в соревнованиях по танцевальному спорту применяются две системы – система «Skating» и новая система WDSF, которая используется для судейства на чемпионатах Европы и мира, а также GrandSlams и World Cups [8]. Система «Skating» включает в себя 11 правил [9]. В соответствии с этой системой танцевальные пары выступают в группах, и для участия в финале во время отборочных раундов общее количество пар уменьшается вследствие исключения пар, получивших самые низкие оценки. Существуют работы, в которых анализируются причины необъективности судейства в танцевальном спорте [7, 10]. Одной из таких причин считается то, что арбитры в танцевальном зачастую одновременно являются и тренерами, в связи с чем они могут судить на соревнованиях тренируемые ими пары («свои пары»). В то же время аналитические работы с результатами судейства соревнований, которые могли бы выявить реальную степень необъективности судейства и причины этого явления, в литературе отсутствуют.

Таким образом, целью настоящего исследования была попытка выявления статистической достоверности аномального

судейства в финале соревнований по танцевальному спорту.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были проанализированы судейские протоколы финала соревнований по танцевальному спорту «Открытый международный фестиваль Танцевальные истории – 2019», проходивший в России, в г. Москве. При анализе 39 итоговых протоколов, в которых указаны тренеры спортсменов, были выделены две группы судей – имеющих на паркете тренируемые ими «свои пары» и не имеющих таковых, для которых все пары – «чужие пары». Результаты судейства в них были сгруппированы для каждой из пар, занявших первое, второе и третье места так, как показано на рисунке для наглядности выявления случаев аномального судейства, когда судья, к примеру, в пяти танцах дает паре все первые места.

Однако аномальное судейство, когда судья дает паре все первые места, как показано на рисунке, может происходить и по объективным причинам, в частности из-за того, что вследствие большого числа первых мест, данных всеми судьями паре, для конкретной пары вероятность такого судейства может быть достаточно высокой. В связи с этим нельзя априори определять такие случаи как несправедливые.

В связи с этим был проведен анализ вероятности такого судейства и его результаты сравнили с фактическими результатами судейства на соревнованиях. Для этого на основании данных, приведенных в первых столбцах таблиц (Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок), при помощи формулы Бернулли (1), определяющей вероятность того, что в n независимых испытаниях будет ровно k раз наблюдаться событие, вероятность которого равна p :

$$P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}, \quad q = 1 - p, \quad (1)$$

где p – вероятность возникновения события, C_n^k – количество сочетаний n по k [11].

И формулы расчета полной вероятности события (2), когда вероятность события B равна сумме произведений вероятностей каждого из событий A_i на соответствующую условную вероятность события A :

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(B|A_i), \quad (2)$$

была рассчитана вероятность аномального судейства для чужих пар, занявших первое, второе и третье места.

№ пары	Судейские оценки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
148	3	1	5	6	2	6	2	1	2	4	2
148	2	1	3	5	2	4	1	1	1	4	2
148	2	3	5	3	1	3	1	1	2	4	3
148	1	2	4	5	2	5	1	1	1	4	2
148	1	2	4	5	3	4	1	1	1	4	2
А											
№ пары	Судейские оценки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
151	1	2	1	1	3	1	3	2	3	1	3
151	1	3	1	1	1	1	3	2	2	1	3
151	1	4	1	1	2	1	5	4	1	1	2
151	3	4	1	2	1	2	5	3	2	1	3
151	2	3	1	1	1	1	5	3	2	1	3
Б											
№ пары	Судейские оценки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
166	6	4	4	2	4	2	6	3	6	2	1
166	6	4	5	2	5	2	6	5	4	3	1
166	6	2	4	2	4	2	6	2	4	3	1
166	4	1	3	1	5	1	2	2	3	2	1
166	6	4	5	2	6	2	6	5	5	3	1
В											

Сгруппированные по парам места, данные парам судьями в финале соревнований по результатам пяти танцев. А – «своя пара» № 148 для судьи № 8 заняла 1 место, Б – «своя пара» № 151 для судей № 3 и № 10 заняла второе место, В – «своя пара» № 166 для судьи № 11 заняла третье место. Судьи обозначены цифрами от 1 до 11. Цветом выделены случаи аномального судейства

Далее на основании этих данных рассчитывалось число случаев аномального судейства на судью в каждом случае, и на основании рассчитанных по описанным выше методикам данных для сравнения выборки проводился расчет t-критерия Стьюдента [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Для расчета достоверности различий между этими вероятностями, прежде всего, были вычленены те финалы, в которых судьи имели занявшие вторые и третьи места «свои пары» на паркете (таковых было выявлено девять финалов – в пяти из них «свои пары» заняли второе место и в четырех заняли третье место), и те, в которых такие «свои пары» на паркете отсутствовали (шестнадцать финалов). Далее для них рассчитывалось отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок, данные которых далее были использованы для расчета числа теоретически возможных случаев аномального судейства и число случаев аномального судейства для этих пар, как абсолютное, так и в перерасчете на одного судью. Эти данные для варианта «чужие пары» приведены в табл. 1.

Таким образом были рассчитаны показатели аномального судейства в перерасчете на одного судью для судей, не имеющих на паркете своих пар, т.е. для варианта «чужие пары».

Для пар, занявших первое место, средняя арифметическая (M) числа случаев аномального судейства из расчета на одного

судью составляла 0,62, а средняя ошибка средней арифметической (m) составляла 0,04 при числе единиц наблюдения (n): 14.

Для пар, занявших второе место, средняя арифметическая (M) числа случаев аномального судейства из расчета на одного судью составляла 0,03, а средняя ошибка средней арифметической (m) составляла 0,01 при числе единиц наблюдения (n): 14. Таким образом, при сравнении пар, занявших первые и вторые места, значение t-критерия Стьюдента равно 14,31 и, следовательно, различия между ними статистически значимы ($p = 0,000000$).

При этом для пар, занявших третье место, средняя арифметическая (M) числа случаев аномального судейства из расчета на одного судью составляла 0,00, а средняя ошибка средней арифметической (m) составляла 0,00 при числе единиц наблюдения (n): 14. Следовательно, при сравнении пар, занявших второе и третье места, значение t-критерия Стьюдента равно 3,00, в связи с чем различия между этими вариантами также статистически значимы ($p = 0,006038$).

Таким образом, для «чужих пар» наблюдается статистически достоверная разница между числом первых мест, выставленных в финале судьями, как между парами, занявшими первые и вторые места, так и между парами, занявшими вторые и третьи места, при высоком уровне значимости.

Далее был проведен аналогичный расчет для варианта «свои пары», занявшие вторые места в конечном зачете. Данные для этого варианта приведены в табл. 2.

Таблица 1

Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок и число случаев аномального судейства для «чужих пар»

№	Число судей	Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок			Число случаев аномального судейства					
		Пара, занявшая 1 место	Пара, занявшая 2 место	Пара, занявшая 3 место	Пара, занявшая 1 место		Пара, занявшая 2 место		Пара, занявшая 3 место	
					абсолютное	На судью	абсолютное	На судью	абсолютное	На судью
1	11	0,64	0,24	0,13	4	0,36	0	0,00	0	0,00
2	7	0,65	0,14	0,14	1	0,14	0	0,00	0	0,00
3	7	0,51	0,14	0,31	2	0,29	0	0,00	0	0,00
4	11	0,75	0,09	0,07	5	0,45	1	0,09	0	0,00
5	7	0,37	0,14	0,23	1	0,14	0	0,00	0	0,00
6	7	0,80	0,09	0,08	4	0,57	0	0,00	0	0,00
7	11	0,56	0,35	0,07	3	0,27	1	0,09	0	0,00
8	11	0,56	0,42	0,02	4	0,36	2	0,18	0	0,00
9	9	0,61	0,28	0,11	3	0,33	1	0,11	0	0,00
10	9	0,56	0,31	0,09	3	0,33	1	0,11	0	0,00
11	9	0,91	0,09	0,00	7	0,78	0	0,00	0	0,00
12	7	0,66	0,09	0,17	2	0,29	0	0,00	0	0,00
13	7	0,57	0,40	0,00	2	0,29	1	0,14	0	0,00
14	11	0,51	0,27	0,15	3	0,27	2	0,18	0	0,00

Таблица 2

Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок и число случаев аномального судейства для «своих пар», занявших в конечном зачете второе место

№	Число судей	Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок			Число случаев аномального судейства					
		Пара, занявшая 1 место	Пара, занявшая 2 место	Пара, занявшая 3 место	Пара, занявшая 1 место		Пара, занявшая 2 место		Пара, занявшая 3 место	
					абсолютное	На судью	абсолютное	На судью	абсолютное	На судью
1	7	0,49	0,26	0,09	1	0,14	1	0,14	0	0,00
2	7	0,17	0,40	0,00	1	0,14	1	0,14	0	0,00
3	9	0,33	0,39	0,14	1	0,11	1	0,11	1	0,11
4	7	0,57	0,43	0,00	3	0,43	1	0,14	0	0,00
5	7	0,40	0,40	0,00	1	0,14	2	0,29	0	0,00

На основании данных табл. 2 были рассчитаны следующие показатели аномального судейства в перерасчете на одного судью для судей, имеющих на паркете свои пары, занявшие в конечном зачете второе место: средняя арифметическая (M) числа случаев аномального судейства из расчета на одного судью составляла 0,16, а средняя ошибка средней арифметической (m) составляла 0,04 при числе единиц наблюдения (n): 5.

Сравнение «своих пар», занявших вторые места (среднее значение 0,16), с занявшими вторые места «чужими парами»

(среднее значение 0,03) показало, что значение t -критерия Стьюдента в данном случае составляет 3,15 и различия между этими вариантами, соответственно, статистически значимы ($p = 0,006157$).

Таким образом, число первых мест, данных судьями «своим парам», занявшим вторые места, в пересчете на одного судью достоверно выше, чем данным «чужим парам», также занявшим вторые места.

Аналогичный расчет был проведен и для варианта «свои пары», занявшие третьи места в конечном зачете. Данные для этого варианта приведены в табл. 3.

Таблица 3

Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок и число случаев аномального судейства для «своих пар», занявших в конечном зачете третье место

№	Число судей	Отношение числа первых мест, данных паре, к общему числу выставленных ей оценок			Число случаев аномального судейства					
		Пара, занявшая 1 место	Пара, занявшая 2 место	Пара, занявшая 3 место	Пара, занявшая 1 место		Пара, занявшая 2 место		Пара, занявшая 3 место	
					абсолютное	На судью	абсолютное	На судью	абсолютное	На судью
1	11	0,61	0,11	0,18	4	0,36	0	0,00	2	0,18
2	11	0,58	0,09	0,33	4	0,36	0	0,00	3	0,27
3	11	0,62	0,13	0,22	4	0,36	0	0,00	1	0,09
4	11	0,45	0,31	0,15	1	0,09	2	0,18	1	0,09

На основании данных табл. 3 были рассчитаны следующие показатели аномального судейства в перерасчете на одного судью для судей, имеющих на паркете свои пары, занявшие в конечном зачете третье место: средняя арифметическая (M) числа случаев аномального судейства из расчета на одного судью составляла 0,16, а средняя ошибка средней арифметической (m) составляла 0,05 при числе единиц наблюдения (n): 4.

Сравнение «своих пар», занявших третье место (среднее значение 0,16), с занявшими третье места «чужими парами» (среднее значение 0,00), показало, что значение t -критерия Стьюдента в данном случае составляет 3,20 и различия между этими вариантами, соответственно, также статистически достоверны ($p = 0,005964$). Таким образом, число первых мест, данных судьями «своим парам», занявшим третье место, в перерасчете на одного судью достоверно выше, чем у «чужих пар», также занявших третье место.

В целом, сравнивая число первых мест, данных судьями «чужим парам», можно сделать вывод, что они ранжируются между парами, занявшими в результате первое, второе и третье места, как $1 > 2 > 3$, причем различия между ними статистически значимы. В то же время, сравнивая места, данные судьями «чужим парам» и «своим парам», можно заключить, что «своим парам» судьи статистически достоверно выставляют более высокие места, чем «чужим парам».

Заключение

Данное статистическое исследование того, как наличие в финале соревнований на паркете «своих пар» влияет на оценки, выставляемые танцорам судьями, показывает, что наличие на паркете «своих пар» оказывает на судей непреодолимое воздействие, и они начинают судить аномаль-

но, большей частью не обращая внимания на фактическое качество исполнения танца танцорами, подсуживая при этом «своим парам» и засуживая при этом «чужие пары».

В то время как большая часть исследований в области исследования объективности судейства в танцевальном спорте была ранее сосредоточена на анкетировании как судей, так и спортсменов, исследование этого феномена при помощи математической статистики может помочь нам понять, какие организационные меры для активного воздействия на данный феномен необходимо принять в повседневной практике соревнований. По нашему мнению, прежде всего, такой мерой должен быть полный запрет на судейство в финале при наличии на паркете «своих пар».

Список литературы

1. Dohmen T., Sauermann J. Referee bias. Journal of Economic Surveys. 2015. V. 30. № 4. P. 679–695.
2. Looney M. Judging anomalies at the 2010 Olympics in men's figure skating. Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2012. V. 16. P. 55–68.
3. Zitzewitz E. Does transparency reduce favoritism and corruption? Evidence from the reform of figure skating judging. Journal of Sports Economics. 2014. V. 15. P. 3–30.
4. Золотов М.И., Захарова Д.В. Развитие танцевального спорта в России // Современный футбол: тенденции развития, методики спортивных тренировок, менеджмент и маркетинг: материалы совместной конференции кафедры «Менеджмента и экономики спорта им. В.В. Кузина» и кафедры «Теории и методики футбола» ФГБОУ ВО «РГУФКСМиТ». М.: Изд-во Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, 2016. С. 68–76.
5. Сингина Н.Ф. Повышение объективности судейства в танцевальном спорте на основе организационных и технологических решений // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2019. № 2. С. 29–31.
6. Пазына Н.А., Сингина Н.Ф., Михайлов И.А. Новая система судейства всемирной федерации танцевального спорта // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2018. № 1. С. 45.

7. Litman C., Stratmann T. Judging on thin ice: the effects of group membership on evaluation. *Oxford Economic Papers*. 2018. V. 70. № 3. P. 763–783.
8. Premelč J., Vučković G., James N., Leskošek B. Reliability of judging in DanceSport. *Frontiers in psychology*. 2019. V. 10. P. 1001.
9. Скейтинг система – правила подсчёта результатов. [Электронный ресурс]. URL: <http://spdu.spb.ru/clubs/main/scating-system> (дата обращения: 15.04.2021).
10. Белобородов В.В., Белобородова О.В., Садовникова А.М., Богданович Н.Г., Воробьева Е.В. Факторы, влияющие на объективность судейской оценки в соревнованиях по спортивным танцам // Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Гуманитарные науки. [Электронный ресурс]. URL: <http://apriori-journal.ru/serial1/6-2014/Beloborodov-Beloborodova-Sadovnikova-Drugie.pdf> (дата обращения: 15.04.2021).
11. Володин И.Н. Лекции по теории вероятностей и математической статистике. Казань: Изд-во КГУ, 2006. 271 с.
12. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. 104 с.

УДК 378.1

**К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ
В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ****Стручкова Ю.В., Корякина Т.Г.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: assera@mail.ru*

В связи с пандемией произошли глобальные преобразования в сфере образования, в том числе и высшего. Произошел резкий переход к дистанционной форме обучения, где ключевыми условиями успешности студента стали: информационно-коммуникативная культура, компьютерная грамотность, самостоятельность и сформированность учебной мотивации. Данная статья посвящена изучению различных мотивационных аспектов учебной деятельности студентов-первокурсников в условиях дистанционного обучения. В ней представлены результаты опроса по исследованию отношения студентов к условиям дистанционного обучения и диагностики мотивов учебной деятельности по методике А. Реан и В.А. Якунина. Исследование было проведено на базе Педагогического института ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова». Респондентами являлись 67 студентов первого курса Педагогического института, обучающиеся по направлениям «Педагогическое образование» и «Специальное (дефектологическое) образование». Результаты исследования показали удовлетворительное отношение студентов к условиям дистанционного обучения. При этом установлено, что процесс адаптации к условиям дистанционного обучения не происходит автоматически, он взаимосвязан с потребностно-мотивационной сферой личности. В условиях дистанционного образования все студенты обучаются на дому, поэтому у них отсутствуют коммуникативные и социальные мотивы, которые под руководством учебно-воспитательной системы становятся базой для развития учебной мотивации.

Ключевые слова: учебная мотивация, дистанционное обучение, адаптация, студент, первокурсник**ON THE PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF LEARNING
MOTIVATION STUDENTS ON THE FIRST COURSE
IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING****Struchkova Yu.V., Koryakina T.G.***North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: assera@mail.ru*

In connection with the pandemic, there have been global transformations in the field of education, including higher education. There was a sharp transition to distance learning, where the key conditions for student success were: information and communication culture, computer literacy, independence and the formation of educational motivation. This article is devoted to the study of various motivational aspects of the educational activity of first-year students in the context of distance learning. It presents the results of a survey on the attitude of students to the conditions of distance learning and diagnostics of the motives of educational activity according to the methodology of A. Rean and V.A. Yakunin. The study was carried out on the basis of the Pedagogical Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North-Eastern Federal named after M.K. Ammosov». The respondents were 67 first-year students of the Pedagogical Institute, enrolled in the areas of «Pedagogical education» and «Special (defectology) education». The results of the study showed a satisfactory attitude of students to the conditions of distance learning. At the same time, it was found that the process of adaptation to the conditions of distance learning does not occur automatically, it is interconnected with the need-motivational sphere of the individual. In the context of distance education, students study at home, so they lack communicative and social motives, which are led by system of educational work, become the basis for the development of educational motivation.

Keywords: learning motivation, distance learning, adaptation, student, student on the first course

В период пандемии новой коронавирусной инфекции проблема развития учебной мотивации является очень жизненной для студентов первого курса, особенно в то время, когда они вынуждены обучаться дистанционно. Важным критерием успешной учебы для студента, поступившего на первый курс, является «освоение новых для него особенностей учебы» [1]. Первый год обучения – особо важный для студента, он должен адаптироваться к студенческой жизни и к студенческому коллективу. У него образуется социальная роль и социальная позиция, которая диктуется системой норм, правил и ценностей. Эти позиции и ста-

новятся значимым условием социальной адаптации студента. Вырабатываются такие навыки и умения, как рациональная организация режима труда и умственной деятельности. Осознается призвание к выбранной профессии и ее значимость, развиваются и совершенствуются профессионально значимые качества личности, подкрепляемые положительными эмоциями. Это и есть психологическая адаптация [2]. «Структура мотивов студента, формирующаяся в период обучения, ложится в основу личности будущего специалиста. Выделяют три структурных компонента: удовольствие от самой деятельности, значимость непо-

средственного результата, вознаграждение за деятельность» [3]. Исходя из этого, развитие учебной мотивации – неотъемлемая составная часть формирования личности студента.

Учебная мотивация как элемент самоактуализации занимает одно из центральных мест при выявлении уровня адаптации или дезадаптации первокурсников. Сама по себе мотивация стимулируется целой иерархией мотивов и «складывается из ряда постоянно изменяющихся и вступающих в новые отношения друг с другом побуждений, поэтому становление учебной мотивации есть не просто возрастание положительного или усугубление отрицательного отношения к учению, а стоящее за ним усложнение структуры мотивационной сферы» [4].

Потребностно-мотивационная сфера личности указывает направление отношения человека к миру, обществу и к деятельности, систему общих и учебных ценностей. От нее берет начало адаптация человека к новым условиям, но адаптационный процесс происходит самостоятельно. Как говорила А.К. Маркова, «интерес в обучении – это одно из основных составляющих в мотивационной сфере и одно из совокупных явлений сложных процессов мотивационной сферы» [5]. Чтобы студенты первого курса благополучно адаптировались, им следует наладить их познавательную активность путем «формирования умений, навыков и личностных качеств, позволяющих оптимальным способом и в кратчайшие сроки создать базу для формирования общих и специальных стратегий овладения учебным материалом» [6]. Большое значение надо уделить самооценке студентов и тому, каким способом они достигают хороших результатов. Студенты должны быть готовы к периодической оценке своих знаний, умений, навыков и своего личностного роста [7].

Если при очном обучении главной фигурой является преподаватель, то при дистанционном обучении основной фигурой уже становится сам обучающийся – студент. И он сам в ответе за усвоение нового материала, что, помимо всех сложностей, дополнительно влияет на адаптацию студентов, особенно первого курса [8].

Таким образом, становление студентов первого курса как субъектов учебной деятельности невозможно без развития у них соответствующей мотивации.

Цель исследования – изучение различных мотивационных аспектов учебной деятельности студентов первого курса в условиях дистанционного обучения.

Задачи исследования:

1. Изучить теоретический аспект проблемы развития учебной мотивации.

2. Исследовать особенности развития учебной мотивации у студентов первого курса в условиях дистанционного обучения.

Результаты исследования могут применяться кураторами и психологами в работе со студентами.

Материалы и методы исследования

Для определения уровня развития мотивов учебной деятельности студентов первого курса в условиях дистанционного обучения было проведено исследование на базе Педагогического института ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова». Мы провели исследование по методике А. Реан и В.А. Якунина «Изучение мотивов учебной деятельности» [9]. Было опрошено 67 студентов первого курса Педагогического института, а именно обучающиеся по направлениям «Педагогическое образование» и «Специальное (дефектологическое) образование». Помимо этого, с помощью авторского опросника изучалось отношение первокурсников 2020 г. набора к дистанционному обучению. Анкета состояла из 23 вопросов, направленных на изучение адаптации студентов первого курса к дистанционной форме обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках исследования были изучены вопросы отношения к дистанционному обучению студентов первого курса набора 2020 г. (табл. 1).

Все Ответы на вопросы о дистанционном обучении говорят о том, что такого плана обучение по-разному влияет на отношение студентов к учебе, также на адаптацию и социализацию студентов первого курса.

Некоторое количество респондентов затруднились ответить на ряд вопросов. Это говорит о том, что они находятся в подвешенном состоянии и имеют трудности в определении своего состояния, своих потребностей, мотивов, интересов, а также корректировки стремлений и намерений, осложняющих включение в учебную деятельность.

На основе опросника также было выявлено эмоциональное состояние первокурсников. Исходя из ответов студентов 2020 г. (рис. 1) у 35,5% студентов преобладает подавленное состояние, грусть, тоска и страх. Страх является важным фактором риска для адаптации студентов. Так как страх за настоящее, будущее – это главный фактор дезадаптации студентов, что также приводит к заниженной самооценке.

Таблица 1

Отношение первокурсников 2020 г. набора к дистанционному обучению

Адаптировались ли Вы к новым условиям дистанционного обучения?	
Адаптировались к ДО хорошо	48,2%
удовлетворительно	40%
неудовлетворительно	3,6%
плохо	1,8%
Загруднились ответить	6,4%
Удобно ли обучаться в дистанционном режиме?	
Да, удобно	39,1%
Да, но сложно	50%
Нет, трудно	8,2%
Нет, слишком легко	0,9%
Загрудняюсь ответить	1,8%
Уровень мотивации к обучению в рамках дистанционной формы?	
Увеличился	18,2%
Не изменился	48,2%
Уменьшился	28,2%
Загрудняюсь ответить	5,5%
Устраивает ли Вас дистанционный формат обучения?	
Да	15,5%
Скорее да, чем нет	62,7%
Скорее нет, чем да	14,5%
Нет	4,5%
Загрудняюсь ответить	2,7%

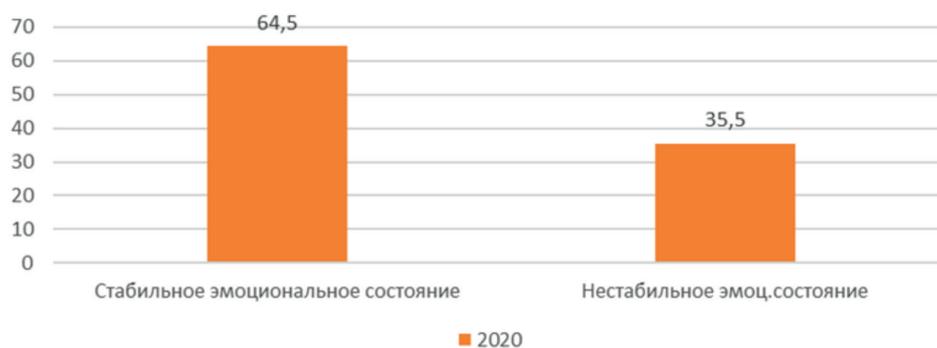


Рис. 1. Эмоциональное состояние студентов-первокурсников (в%)

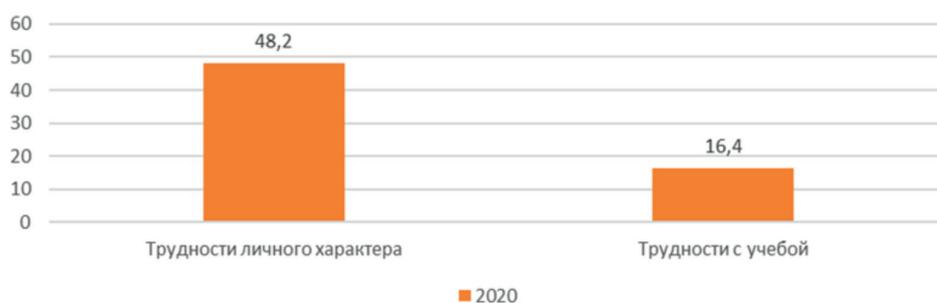


Рис. 2. Причины нестабильного эмоционального состояния (в%)

Исследуя причины нестабильного эмоционального состояния первокурсников, можно сказать, что в 2020 г. многим студентам было нелегко, не только в учебной

деятельности в условиях дистанционного обучения (16,4%), но и в личном плане (48,2%), что, несомненно, влияет на уровень адаптации (рис. 2).

Также студенты в условиях дистанционного обучения завели дружеские отношения с однокурсниками (78%) (рис. 3), несмотря на то, что общались в реальной жизни в течение короткого периода.



Рис. 3. Анализ дружеских отношений среди первокурсников

Таким образом, данные анкетирования студентов набора 2020 уч. г. показали более низкий уровень социально-психологической адаптации из-за эпидемиологической ситуа-

ции: так как студенты сидят дома и не могут влиться в активную студенческую жизнь и эффективно реализовать себя, то и адаптация у них находится на низком уровне.

Также принято считать, что «успешной адаптации на первом курсе в вузе способствует высокий уровень мотивации к успеху, а также мотивации учебной деятельности» [10]. Данные диагностики мотивов учебной деятельности по методике А. Реан и В.А. Якунина показывают, что те студенты, которые более высоко мотивированы к учебе, также являются более адаптированными к новым условиям обучения. И наоборот, те студенты, которые не уверены в сделанном профессиональном выборе или не удовлетворены им, имеют низкий уровень адаптации.

На основе данных мы выделили 5 ведущих мотивов учебной деятельности (табл. 2):

1) стать высококвалифицированным специалистом – 55 (90,2%);

2) успешно учиться, сдавать экзамены на «хорошо» и «отлично» – 44 (72,1%);

3) получить диплом – 42 (68,9%);

4) обеспечить успешность будущей профессии – 40 (65,6%);

5) приобрести глубокие и прочные знания – 34 (55,7%).

Таблица 2

Показатели мотивов учебной деятельности по методике А. Реан и В.А. Якунина

Данные студентов



Обобщая данные нашей диагностики, мы сделали вывод, что мотивы учебной деятельности схожи у студентов всех специальностей. Однако следует отметить, что мотив «успешно продолжить обучение на последующих курсах» является значимым мотивом у студентов именно первого курса из-за боязни не справиться в будущем. Важным мотивом также является желание «постоянно получать стипендию», 29 (47,5%) студентов из 67 опрошенных выбрали этот мотив. Дополнительный доход для студентов особенно первого курса является немаловажным фактором и хорошей мотивацией к учебе. Для некоторых студентов стипендия является материальной независимостью от родителей. Студенты, выбравшие мотив «приобрести глубокие и прочные знания» (55,7% студентов), осознают всю важность своей будущей профессии, очень радуют их ответственность за свое дело. Хотелось бы отметить студентов (13,1%), которые выбрали мотив «желание добиться одобрения родителей и окружающих». Они на подсознательном уровне ищут повод, чтобы оправдать надежды родителей, родных или важных в их жизни людей. В классификации учебных мотивов студентов этот мотив относится к неосознанным. То есть студент получает образование не по собственному желанию, а по влиянию важного человека в его жизни. Кроме того, к этому мотиву прибавляется мотив «избежать осуждения и наказания за плохую учебу» (5% студентов). Эти страхи и детские травмы перенесены из детства во взрослую жизнь.

Множество факторов зависит от побуждающей силы каждого мотива. Так бывает, что сила одного какого-либо мотива преобладает над влиянием нескольких вместе взятых мотивов. По большей части, чем больше мотивов активизируется, тем сильнее мотивация и повышается общий уровень мотивации. Таким образом, учебная мотивация – важный фактор, который обеспечивает успех в деятельности.

Заключение

После изучения различных мотивационных учебных аспектов студентов-первокурсников в условиях дистанционного обучения, можно сказать, что во время дистанционного обучения значительно меняется содержание образовательной деятельности в отличие от традиционной системы. Педагогам необходимо кратко изложить информацию, выделить самое необходимое, чтобы на выходе получился качественный учебно-методический материал. Несомненно, слабым местом в дистанционном обучении является

то, что нет личного контакта между преподавателем и студентом. Но всегда есть выход из ситуации, в данном случае это может быть организация лекций или консультаций через современные информационные технологии, такие как видеосвязь или мессенджеры. В свою очередь, студентам для этого необходимо самостоятельно повышать компьютерную грамотность. Также дистанционное образование формирует у будущих педагогов и других специалистов навыки самообразования, что в настоящее время возможно благодаря новым технологиям и разработкам. Все вышеперечисленное формирует у студента ответственность за свое профессиональное будущее, повышает самооценку и личностный рост.

Исходя из проведенных диагностик и исследований особенностей развития учебной мотивации у студентов первого курса в условиях дистанционного обучения, мы пришли к выводу, что мотивация у наших студентов первого курса связана с общими жизненными ценностями, личными смыслами жизни и будущей профессией. И развивается в этом направлении благодаря своей новой значимой социальной роли, но так как все студенты сидят дома из-за новой коронавирусной инфекции и не могут реализоваться в социуме, тем самым у них снижается уровень адаптации в вузе.

Диагностики, которые мы провели, имеют значение для нашего исследования, так как в основном потребностно-мотивационная сфера личности отвечает за показатель адаптированности студентов к учебному процессу. И собственно только она определяет систему всех ценностей и потребностей студентов. Из всего изученного нами теоретического аспекта проблемы развития учебной мотивации и исследования особенностей развития учебной мотивации у студентов первого курса в условиях дистанционного обучения следует, что потребность студента познавать, постигать, состояться как личность является его ведущей потребностью как человека, в нашем случае студента в период его адаптации в условиях дистанционного обучения.

Список литературы

1. Александровский Ю.А. Состояние психической дезадаптации студентов и их компенсация (пограничные нервно-психические расстройства). М.: Наука, 2006. 278 с.
2. Горлова Н.В. К вопросу об особенностях психологической готовности к профессиональной деятельности на начальном и завершающем этапах профессионального образования // Современные проблемы психологии развития и образования человека: сборник материалов / Под ред. В.Н. Скворцова. СПб., 2010. С. 25–28.
3. Тенькова В.А. Особенности учебной мотивации студентов // Вестник ВГУ. 2015. С. 87–90.

4. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 2016. 325 с.
5. Уддин М.А. Личностные особенности студентов, обучающихся очно и на основе дистанционных технологий // Молодые ученые – нашей новой школе: материалы Межвузовской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. М.: МГППУ, 2013. С. 425–427.
6. Ткаченко Н.Н. Социально-психологическая адаптация студентов в образовательной среде разного типа // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 4. С. 358–360.
7. Корниенко Е.Р. К вопросу о формировании студента вуза как субъекта учебной деятельности // Актуальные задачи педагогики (II): материалы междунар. заоч. науч. конф. Чита: Молодой ученый, 2012. С. 16–21.
8. Попова М.А. Дистанционное обучение студентов: фактор риска или новые возможности? [Электронный ресурс]. URL: https://ugra-news.ru/article/distantionnoe_obuchenie_studentov_faktor_riska_psihicheskikh_narusheniy (дата обращения: 13.05.2021).
9. Зимняя И.А. Педагогическая психология. М., 2011. 178 с.
10. Алтынова Н.В., Панихина А.В., Анисимов Н.И., Шуканов А.А. Физиологический статус студентов-первокурсников в условиях адаптации к обучению в вузе // В мире научных открытий. 2009. № 3–2. С. 99–103.

УДК 372.857

**КОНТЕКСТНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО
ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ ШКОЛЬНИКОВ****Таирова Д.Р., Потапкин Е.Н.***ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: tairova.dilyara.96@mail.ru*

В ходе проведенного исследования приоритетное значение имели методы теоретической направленности, такие как анализ, обобщение и систематизация соответствующей информации, представленной в психолого-педагогической, медицинской и методической литературе. Из группы эмпирических методов предпочтение было отдано организации наблюдений за процессом формирования здорового образа жизни у обучающихся на уроках и при проведении внеклассных воспитательных мероприятий, которые имели дополнение в виде бесед с учителями-предметниками, школьниками и их родителями, а также проводилось анкетирование всех участников образовательных отношений. Обязательным элементом исследования выступил многоэтапный педагогический эксперимент. Использование обозначенных методов позволило установить сущность проблемы здорового образа жизни и особенности его формирования в разные периоды развития ребенка. Исследование дало возможность установить, что одним из эффективных способов формирования здорового образа жизни школьников при обучении биологии выступает использование контекстных задач разного характера и сложности. Такие задачи позволяют не только оказать позитивное влияние на валеологическую культуру школьников, но и повысить у них познавательный интерес к самому учебному предмету «Биология». В ходе экспериментальной работы были подготовлены варианты контекстных биологических задач, позволяющих существенно активизировать процесс формирования здорового образа жизни у современных школьников. Апробирование обозначенных задач в реальной практике обучения биологии подтвердило выдвинутую гипотезу и позволило завершить педагогический эксперимент.

Ключевые слова: обучение биологии, познавательный интерес к изучению биологии, здоровый образ жизни, контекстная биологическая задача, школьники, федеральные государственные образовательные стандарты, здоровьесберегающая педагогика, валеология

**CONTEXTUAL BIOLOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING
A HEALTHY LIFESTYLE OF SCHOOLCHILDREN****Tairova D.R., Potapkin E.N.***Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evseyev, Saransk,
e-mail: tairova.dilyara.96@mail.ru*

In the course of the study, the priority was given to the methods of theoretical orientation, such as the analysis, generalization and systematization of relevant information presented in the psychological, pedagogical, medical and methodological literature. From the group of empirical methods, preference was given to the organization of observations of the process of forming a healthy lifestyle among students in the classroom and during extracurricular educational activities, which were supplemented in the form of conversations with subject teachers, schoolchildren and their parents, as well as questionnaires of all participants in educational relations. A mandatory element of the study was a multi-stage pedagogical experiment. The use of these methods allowed us to establish the essence of the problem of a healthy lifestyle and the peculiarities of its formation in different periods of the child's school development. The study allowed us to establish that one of the most effective ways to form a healthy lifestyle of schoolchildren when teaching biology is the use of contextual tasks of different nature and complexity. Such tasks allow not only to have a positive impact on the valeological culture of schoolchildren, but also to increase their cognitive interest in the subject of biology itself. In the course of the experimental work, variants of contextual biological tasks were prepared, which make it possible to significantly activate the process of forming a healthy lifestyle in modern schoolchildren. Testing of the indicated tasks in the real practice of teaching biology confirmed the proposed hypothesis and allowed us to complete the pedagogical experiment.

Keywords: teaching biology, cognitive interest in the study of biology, healthy lifestyle, contextual biological task, schoolchildren, federal state educational standards, health-saving pedagogy, valeology

Для отечественной системы образования в последние годы проблема сохранения здоровья школьников является актуальной, что находит свое подтверждение в положениях федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) [1]. Данные документы ориентированы на создание условий для каждого обучающегося в области полноценного вхождения в поле культуры, составной частью которой выступает валеологическая культура. Сегодня принято

считать, что эта область культуры с опорой на формируемые во время обучения в школе теоретические знания позволяет развивать личность ребенка, прививая ему позитивные ценности [2].

Решить проблему здорового образа жизни (ЗОЖ) в системе школьного образования ФГОС рекомендуют на основе комплексного подхода, ориентированного на воспитание и развитие личности при грамотном воздействии на познавательную, эмоцио-

нально-чувственную, ценностно-ориентационную и деятельностную сферы сознания. В связи с этим существенно возрастает роль образовательного учреждения, которое должно выстроить свою деятельность так, чтобы приобщить обучающихся к ценностям ЗОЖ, реально внедрить в нее активную оздоровительную работу. Возможностей для реализации обозначенных проблем существует достаточное количество. Некоторые из них разработаны довольно полно, другие лишь обозначены в специальной литературе и поэтому требуют детальной проработки как в теории, так и в практике [3]. В последние годы определенное внимание уделяется использованию в воспитательном процессе специальных средств, которые дают возможность его существенно активизировать. Одним из таких средств выступают контекстные задачи, позволяющие смоделировать разнообразные ситуации, часто встречающиеся в реальной жизни. Использование подобных задач позволяет реально повысить уровень естественно-научной грамотности школьников, поскольку для их решения требуются не столько теоретические знания и умения, сколько их практическое применение в конкретных жизненных ситуациях [4, 5].

Именно в этом направлении осуществляют свою деятельность современные учителя, в том числе и учителя биологии, которые оказывают воздействие на личность школьников значительно более эффективно, нежели врач-педиатр или другой специалист-медик. Поэтому в обиход вошло такое понятие, как «здоровьесберегающая педагогика», представляющая собой комплекс соответствующих образовательных технологий.

Таким образом, целью данной работы являлось раскрытие содержательных и организационно-методических особенностей формирования здорового образа жизни (ЗОЖ) у школьников в условиях обучения биологии при использовании контекстных задач.

Материалы и методы исследования

Теоретическую основу нашего исследования составили работы С.В. Гурьева, В.В. Колбанова, Л.В. Моисеевой, Л.Ф. Тихомировой, А.С. Шинкаренко и других, в которых рассматриваются проблемы формирования здорового образа жизни. При этом под ЗОЖ понимают такую модель развития жизнедеятельности каждого индивидуума, в результате которой достигается оптимальное состояние здоровья через осознание отказа от употребления никотина, алкоголя, других вредных препа-

ратов, с обязательной физической активностью, соответствующим эмоционально-волевым настроем и правильным питанием. Особенно актуальным такой подход становится по отношению к обучающимся общеобразовательных организаций.

Рассматривая процесс обучения, можно обозначить три взаимосвязанных этапа реализации здоровьесберегающей педагогики.

1. Ознакомительный этап, целью которого выступает формирование у обучающегося основ ЗОЖ при соблюдении обязательных валеологических правил.

2. Этап полноценного и осознанного овладения основными принципами ЗОЖ, в ходе которого используется весь спектр средств методического воздействия на личность ребенка, в том числе и возможности естественной природной среды, а также санитарно-гигиенические условия.

3. Рефлексивно-закрепительный этап, ориентированный на обязательный перевод приобретенной на предшествующих этапах системы теоретических знаний и практических умений в область осознанного их применения в разнообразных ситуациях учебного и бытового характера [6, 7].

Подобная схема организации формирования здорового образа жизни становится возможной, если на каждом уроке биологии будет находиться место для элементов инновационных методов обучения и воспитания личности школьника. При этом приоритет имеет не просто передача учебной информации от учителя к обучающимся, а нацеливание последних на возможность использовать полученные знания и умения для решения учебных проблем и задач [8, 9]. И именно поэтому при решении таких задач у школьников наблюдаются существенные позитивные изменения в области логического и ассоциативного мышления, что также выступает дополнительной предпосылкой для формирования ЗОЖ [10, 11].

Организация исследовательской деятельности потребовала применения адекватных целям и задачам научных методов. В частности, нами использовались следующие методы теоретической направленности: анализ, обобщение и систематизация соответствующей информации, представленной в психолого-педагогической, медицинской и методической литературе. Из группы эмпирических методов предпочтение было отдано организации наблюдений за процессом формирования ЗОЖ у обучающихся на уроках и при проведении внеклассных воспитательных мероприятий. Данный метод требовал дополнения в виде проведения бесед с учителями-предметниками, школьниками и их родителями, а так-

же анкетирования всех участников образовательных отношений.

Обозначенные методы выступали в качестве ведущих при проведении мотивационного и формирующего этапов педагогического эксперимента, основная часть которого была выполнена на базе МБОУ «СОШ № 4» муниципального образования Барышский район г. Барыш Ульяновской области в 2018–2021 гг. В организации педагогического эксперимента принимали участие учащиеся 6–11-х классов в количестве 117 человек. В ходе исследования было проведено анкетирование 16 учителей г. Барыш и Барышского района с целью выяснения использования ими инновационных форм, средств и методов формирования здорового образа жизни.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальный этап исследования предполагал решение таких задач, как:

- 1) отбор содержательных компонентов биологического материала, ориентированного на формирование ЗОЖ, при использовании контекстных задач в учебных ситуациях, когда формулирование условий задания осуществляют учитель или самостоятельно обучающиеся;
- 2) разработка алгоритма составления обучающимися биологических контекстных задач, ориентированных на формирование у школьников ЗОЖ;
- 3) определение эффективности разработанных материалов.

На начальном этапе эксперимента (мотивационном) внимание было уделено раскрытию сущности понятия «здоровый образ жизни» и установлению особенностей его формирования в современных условиях. В этот период проводилось анкетирование учителей биологии, в ходе которого было установлено, что все учителя понимают значимость ЗОЖ и осознают свою роль в процессе его формирования у обучающихся.

Результаты этой части исследования позволили наметить стратегию дальнейших действий. Поэтому в рамках формирующего этапа эксперимента были выполнены анализ и отбор биологической информации учебного характера для ее включения в структуру контекстных задач, ориентированных на формирование у школьников ЗОЖ. В ходе бесед с участниками образовательных отношений было установлено, что особую группу контекстных задач, вызывающих повышенный интерес со стороны обучающихся, составляют задачи, направленные на решение проблемных ситуаций на основе высказываний великих ученых;

задания, ориентированные на самостоятельную разработку и решение биологических задач практической направленности, а также позволяющих смоделировать и проанализировать ситуацию, которая способствовала бы реализации какой-либо стороны ЗОЖ.

Приведем примеры некоторых контекстных заданий, которые мы используем в своей практике при изучении организма человека и в основе которых находятся создаваемые учителем проблемные ситуации.

1. Известно, что основным органом у человека, обеспечивающим движение крови по сосудам, является ритмично сокращающееся сердце. В результате его работы кровь в сосуды поступает не постоянным потоком, а определенными порциями. Объясните, почему в кровеносных сосудах кровь перемещается сплошным потоком, а не прерывисто в зависимости от ритма сердца.

2. Ознакомьтесь с содержанием телевизионного сюжета «Спасибо вам, люди!»: «Некоторое время тому назад на нашем канале прошла информация о состоянии семилетней девочки, которая страдала тяжелым заболеванием. Когда ребенку исполнилось 6 лет, у нее остановился рост тела. На протяжении нескольких лет ее рост составлял всего 95 см. На призывы родителей откликнулись неравнодушные люди, благодаря которым была оказана финансовая помощь семье девочки. На собранные деньги был приобретен необходимый препарат, который стали вводить ребенку по специально разработанной схеме. Результаты не замедлили проявиться: через полгода рост девочки увеличился до 103 см, а в следующие три года – еще на 27 см». Объясните с биологической точки зрения содержание телевизионного сюжета, назовите основное вещество препарата, которое оказало такой положительный эффект на рост больного ребенка, и раскройте механизм его действия.

Следует указать, что наиболее эффективными видами контекстных задач являются те, содержание которых самостоятельно конструируют обучающиеся. Однако это достаточно сложный вид деятельности, к выполнению которого они должны быть специально подготовлены. В связи с этим нами был разработан и апробирован алгоритм составления обучающимися биологических контекстных задач, позволяющих осуществлять формирование ЗОЖ при изучении организма человека. Он включал следующие позиции:

- 1) анализ содержания доступной информации с целью поиска интересных сведений

об особенностях строения организма человека, факторах, оказывающих на него негативное влияние, о сохранении здоровья;

2) конспектирование отобранной информации с целью определения опорных слов, на основе которых будет разработана контекстная задача, с последующим установлением возможностей ее практического использования (на уроке, при выполнении учебного исследования или проектной работы);

3) выбор вида контекстной биологической задачи и формулировка ее содержания;

4) выполнение контекстного задания (самостоятельно, в паре, в группе);

5) формулирование ответа на основе выполненного задания;

6) подготовка отчета о проделанной работе с его последующей защитой.

Приведем примеры исследовательских проектов валеологической направленности, которые разрабатывались обучающимися 7–11-х классов: «Экологическое состояние квартиры и его влияние на состояние здоровья проживающих», «Изучение уровня шума на различных участках г. Барыш и разработка схем оптимальных транспортных потоков», «Здоровьесберегающая азбука и ознакомление с нею младших школьников», «Исследование микробной контаминации воздушной микробиоты учебных помещений МБОУ «СОШ № 4» г. Барыш», «Рекреационные возможности Барышского района Ульяновской области».

На завершающем этапе эксперимента (оценочном) проведены контрольные работы. Для получения объективной информации о ходе процесса формирования ЗОЖ были определены следующие параметры подготовки обучающихся в области здоровьесбережения: самостоятельность и творчество при разработке и выполнении контекстного задания; умение обрабатывать информацию на различных этапах выполнения контекстного задания; умение определять проблемы при выполнении контекстного задания и находить способы их решения; умение выдвигать, обосновывать и аргументировать идеи; правильность выполнения контекстного задания.

Приведем качественное и количественное описание основных уровней сформированности ЗОЖ у обучающихся при выполнении контекстных биологических заданий и задач, которые использовались нами в ходе экспериментального обучения.

1. Нулевой уровень – характеризуется практически полным отсутствием интереса к проблемам ЗОЖ и несформированностью обозначенных выше параметров и оценивается в 0–3 балла.

2. Первый уровень – позволяет судить о наличии у обучающихся основ теоретических знаний о ЗОЖ (4–6 баллов) и характеризуется невысоким уровнем сформированности выделенных параметров.

3. Второй уровень – характеризуется наличием достаточно прочно сформированных теоретических знаний о ЗОЖ и практических умений по их реализации в стандартной учебной ситуации (7–9 баллов).

4. Третий уровень – характеризуется способностью обучающихся трансформировать приобретенные знания в результаты практической деятельности в нестандартных ситуациях учебного и внеучебного характера (10–12 баллов).

В самом обобщенном виде данные таблицы отражают позитивные сдвиги в процессе формирования ЗОЖ у обучающихся при использовании в учебном процессе биологических контекстных задач.

Результаты экспериментальной работы по формированию у обучающихся ЗОЖ при выполнении контекстных биологических задач

Уровни сформированности ЗОЖ	Количество обучающихся 6–11-х классов, всего 117 человек			
	До эксперимента		После эксперимента	
	Всего	%%	Всего	%%
Нулевой	10	8,5	1	0,9
Первый	67	57,3	43	36,8
Второй	29	24,8	54	46,2
Третий	11	9,4	19	16,1

Итоги педагогического эксперимента позволили утверждать, что организованная учителем деятельность по формированию у обучающихся ЗОЖ с использованием контекстных биологических задач демонстрирует стабильно позитивные результаты. Так, на начало эксперимента почти 2/3 задействованных школьников не проявляли интереса к изучению материала валеологической направленности, не считали необходимым принимать участие в здоровьесберегающих мероприятиях. После проведения эксперимента на протяжении четырех лет, в ходе которого были использованы разнообразные контекстные биологические задачи, позиции обучающихся по отношению к проблеме формирования ЗОЖ принципиально изменились – 62,3% обучающихся стали проявлять выраженные умения ставить задачи (часто творческого характера) и эффективно осуществлять здоровьесберегающую деятельность по отношению как к себе, так и к другим людям.

Заключение

Отечественное школьное биологическое образование имеет реальные возможности для формирования ЗОЖ подрастающего поколения, которые включают в себя: создание агитационной системы валеологической направленности, позволяющей не только дать обучающимся теоретические знания о здоровье, его видах и факторах риска, но в большей степени добиться реального снижения потребления вредных препаратов молодежью через привлечение ее к здоровьесберегающим мероприятиям. Не должна остаться в стороне и семья школьника, поскольку позитивные примеры в области сохранения здоровья от самых близких людей будут оказывать сильное эмоциональное воздействие на психику ребенка.

Организация обучения биологии на основе технологий здоровьесберегающей педагогики позволяет применять самые разнообразные контекстные задачи, в том числе и предусматривающие создание проблемных ситуаций. В этом случае деятельность учителя должна быть направлена на освоение школьниками умений проектировать и решать контекстные задачи соответствующего содержания и уровня сложности. Так у каждого ребенка появляется стимул для раскрытия персональных творческих способностей, совершенствования качества биологической подготовки, а у учителя – возможность осуществлять в ходе учебной и внеучебной деятельности профилактику асоциального поведения подростков. Все это ориентирует школьников на полноценное и комфортное вхождение в динамично развивающийся российский социум.

Список литературы

1. Вершинина Н.А., Малафеева С.Н. Формирование культуры здоровья и здорового образа жизни у педагогов начальной школы // Специальное образование. 2017. № 4. С. 47–54.
2. Попович А.П., Моисеева Л.В. Интеграция образовательного и воспитательного процессов как фактор эволюции общества // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28290> (дата обращения: 01.04.2021).
3. Гурьев С.В., Моисеева Л.В. Теория и методика физического воспитания с практикумом (детей дошкольного и младшего школьного возраста). М., 2021. 212 с.
4. Колбанов В.В. Методология формирования здорового образа жизни в образовательных учреждениях // Современные проблемы формирования и укрепления здоровья: сб. научных статей Международной научно-практич. конф. (Брест, 24–26 октября 2013 г.). Брест: Альтернатива, 2013. С. 186–190.
5. Моисеева Л.В. Лидерство в экологическом образовании в интересах устойчивого развития на Урале (Уральская научная школа экологической подготовки) // Педагогическое образование в России. 2018. № 1. С. 54–57.
6. Тихомирова Л.Ф., Макеева Т.В. Здоровьесберегающая педагогика: учебник для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2018. 251 с.
7. Шинкаренко А.С. Формирование безопасного и здорового образа жизни школьников на современном этапе развития общества: дис. ... канд. пед. наук. Кемерово, 2015. 205 с.
8. Жилбаев Ж.О., Моисеева Л.В. Реализация совместных проектов в сфере педагогического образования // Международное сотрудничество в образовании. 2019. С. 119–124.
9. Жилбаев Ж.О., Моисеева Л.В., Барсанова М.В. Педагогические основания образовательной политики в целях устойчивого развития Евразии // Образование и наука. 2018. № 6. С. 9–28.
10. Моисеева Л.В., Пиратинский А.Е., Дейнега Е.М., Тимофеева Е.М. Обеспечение безопасности на занятиях скалолазанием на комплексах искусственных трасс для студентов I курса // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2018. № 1. С. 93–101.
11. Пиратинский А.Е., Моисеева Л.В. Создание оптимальной структуры современной региональной федерации скалолазания // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2018. № 1. С. 37–40.

УДК 796.012.46

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИКИ УПРАЖНЕНИЯ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК ДВУХ ГИРЬ ПО ДЛИННОМУ ЦИКЛУ»**Тихонов В.Ф.***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, e-mail: letterpa@mail.ru*

На современном этапе развития гиревого спорта в условиях пандемии широко применяется дистанционный метод обучения и тренировки спортсменов. Недостатком этого метода являются трудности создания у обучаемых спортсменов динамического стереотипа двигательных действий в упражнениях с гирями. Недостатки видеоматериалов и словесного воздействия для точного представления двигательного образа вызывают необходимость использования недорогих специальных электронных устройств. Целью работы является биомеханический анализ критериев техники упражнения гиревого спорта «толчок двух гирь по длинному циклу» (ДЦ). На основе видеоматериалов всероссийских и международных соревнований, измерений биомеханических показателей тензодинамометрии, акселерометрии и гониометрии у ведущих спортсменов-гиревиков России ($n = 27$) были определены некоторые критерии техники указанного упражнения. Были проведены комплексный анализ техники ДЦ на основе материалов видеосъемки, показателей вертикальной реакции опоры ($R(t)_{vert}$), вертикальной составляющей ускорения туловища ($a(t)_{vert}$), а также регистрации угла сгибания коленного сустава ($\alpha(t)_{kj}$). Качество техники выполнения упражнения оценивалось по следующим критериям: 1) в подседе снижение $R(t)_{vert}$ до 0 Н; 2) оптимальные значения импульса силы в фазах начала «сброса» гирь от груди вниз; 3) снижение $R(t)_{vert}$ в конце фазы «замаха», перед маятниковым движением гирь вперед; 4) высота «заброса» гирь на грудь. Результаты исследования показали возможность оценки техники упражнения по первому, второму и четвертому критериям с помощью акселерометра (смартфона со встроенным инерционным датчиком). Однако техника упражнения по третьему критерию может быть оценена только с помощью тензоплатформы.

Ключевые слова: гиревой спорт, упражнение «длинный цикл», тензоплатформа, акселерометрия, критерии техники

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE CRITERIA FOR THE TECHNIQUE OF THE KETTLEBELL LIFTS «JERK OF TWO KETTLEBELLS ON A LONG CYCLE»**Tikhonov V.F.***Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru*

At the present stage of the development of kettlebell lifting in the context of the pandemic, the remote method of athletes studying and training is widely used. The disadvantage of this method is the difficulty of creating a dynamic stereotype of motor actions in exercises with kettlebells in trained athletes. The disadvantages of video materials and verbal influence for the accurate representation of the motor image cause the need to use inexpensive special electronic devices. The aim of the work is a biomechanical analysis of the criteria for the technique of the kettlebell lifts «jerk of two kettlebells on a long cycle» (LC). On the basis of video materials of all-Russian and international competitions, measurements of biomechanical parameters of tensodynamometry, accelerometry and goniometry in the leading kettlebell lifters of Russia ($n = 27$), some technique criteria of this exercise were determined. A comprehensive analysis of the LC technique was carried out on the basis of video footage, indicators of the ground reaction force ($R(t)_{vert}$), the vertical component of the acceleration of the trunk ($a(t)_{vert}$), as well as the registration of the angle of flexion of the knee joint ($\alpha(t)_{kj}$). The quality of the exercise technique was evaluated according to the following criteria: 1) in the «Second dip» the decrease in $R(t)_{vert}$ to 0 N; 2) the optimal values of the force pulse in the phases of the beginning of the «Drop into swing» the kettlebells from the chest; 3) the decrease in $R(t)_{vert}$ at the end of the «Back swing Max» phase, before the pendulum movement of the kettlebells forward; 4) the height of «Clean» kettlebells on the chest. The results of the study showed the possibility of evaluating the exercise technique according to the first, second and fourth criteria using an accelerometer (a smartphone with a built-in inertial sensor). However, the technique of the exercise according to the third criterion can only be evaluated using the force platform.

Keywords: kettlebell lifting, competitive exercise «long cycle», force platform, accelerometry, technique criteria

Процесс обучения спортивным соревновательным упражнениям и тренировкам в них всегда связывается с характерной кинематикой и динамикой двигательных действий, которая отражается в технике двигательных действий в этих упражнениях [1, 2]. Во всех учебниках по биомеханике указывается на необходимость создания у спортсменов динамического двигательного стереотипа, характерного для того или иного

упражнения. Однако для наглядного представления кинематики и динамики двигательных действий требуются измерения пространственно-временных показателей, показателей силы, ускорения [3, 4]. Упражнения гиревого спорта, согласно правилам соревнований, выполняются в течение 10 минут, и циклы упражнения отличаются стабильностью кинематики и динамики движений [5]. В упражнении «толчок двух

гирь по длинному циклу» (ДЦ) каждый цикл упражнения повторяется несколько десятков раз (в зависимости от весовой категории более 60–100 раз). В отличие от двоеборья (упражнения «толчок» и «рывок»), ДЦ является отдельным соревновательным упражнением, что подчеркивает необходимость серьезной физической, технической и функциональной подготовки спортсменов-гиревиков. В настоящее время в России и во многих зарубежных странах широко распространен метод дистанционного обучения и тренировки спортсменов-гиревиков. Например, известный зарубежный спортсмен Erik Hofman-Bang делится через Интернет своими видеофрагментами упражнения. Однако из видеофрагментов упражнения трудно извлечь информацию о динамике двигательных действий спортсмена. Более полное представление об уровне техники этого же спортсмена складывается из совместного анализа показателей вертикальной составляющей реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$) и расчетных показателей ускорения и силы (по видеозаписи), возникающей в кинематических звеньях и при движении самой гири [6]. Следует отметить, что современные технологии позволяют непосредственно измерять ускорение кинематических звеньев и движения туловища и с высокой точностью получать временные и ритмические показатели двигательных действий. В случае преимущественно вертикальных движений туловища метод тензодинамометрии можно заменить методом акселерометрии [7, 8]. В тренировочной деятельности еще более простым и доступным методом для измерения ускорения и угловых перемещений туловища и кинематических звеньев является применение смартфона со встроенным инерционным датчиком [9]. Для этого необходимо установить одну из доступных программ, например Physics Toolbox Accelerometer.

Целью исследования является биомеханический анализ критериев техники упражнения гиревого спорта «толчок двух гирь по длинному циклу» с использованием методов тензодинамометрии, акселерометрии и видеосъемки.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 27 ведущих спортсменов-гиревиков мастеров спорта (МС), мастеров спорта России международного класса (МСМК), а также 5 кандидатов в мастера спорта (КМС) различных весовых категорий. На основе видеоматериалов всероссийских и международных соревнований, измерений биомеханических показателей тензодинамометрии, акселерометрии и гониометрии были определены некоторые критерии техники указанного упражнения. Видеосъемки проводились с помощью цифровой видеокамеры со скоростью съемки 25 кадров/с. На тензоплатформе регистрировались сигналы вертикальной составляющей реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$). С помощью акселерометра, закрепленного на пояснице испытуемого, регистрировались сигналы вертикальной составляющей ускорения туловища ($a(t)_{\text{верт}}$) во время выполнения упражнения. Для регистрации угла сгибания коленного сустава ($\alpha(t)_{\text{кс}}$) использовался гониометр. Указанные сигналы регистрировались с частотой 2 Гц. В начале исследования были проведены синхронные измерения показателей $R(t)_{\text{верт}}$ и $\alpha(t)_{\text{кс}}$ (рис. 1).

По примеру обозначения зубцов на электрокардиограмме пиковые изменения значений $R(t)_{\text{верт}}$ и интервалов между ними во времени обозначены буквами латинского алфавита a, b, c, ...o. Следует отметить, что общепринятого порядка обозначения зубцов и интервалов на графиках $R(t)_{\text{верт}}$, $a(t)_{\text{верт}}$ и $\alpha(t)_{\text{кс}}$ в гиревом спорте пока нет.

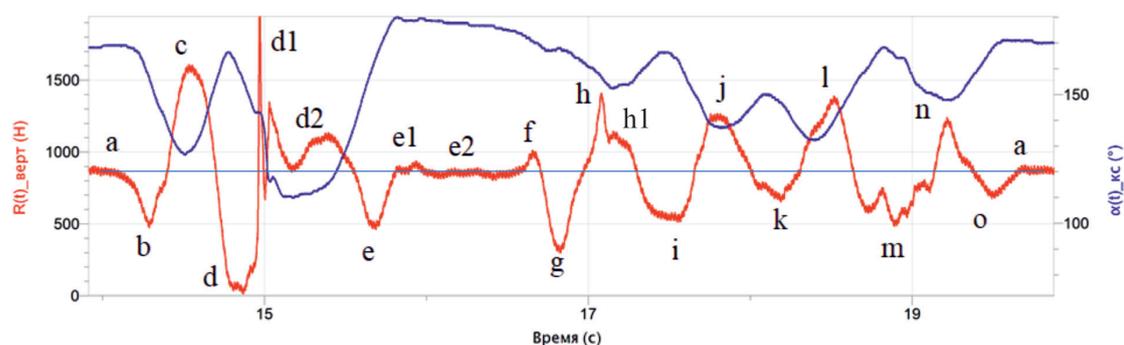


Рис. 1. Синхронные измерения показателей вертикальной составляющей реакции опоры $R(t)_{\text{верт}}$ и угла сгибания коленного сустава $\alpha(t)_{\text{кс}}$ в упражнении «толчок двух гирь по длинному циклу» МС С-ва

На рис. 1 представлены результаты выполнения упражнения МС С-вым, масса тела спортсмена 64 кг, масса 2 гирь – 24 кг. На уровне линии, проведенной через интервалы «а» – «е2» – «а» начала и конца одного цикла упражнения (рис. 1), $R(t)_{\text{верт}}$ равна весу системы «спортсмен – гири». Вес системы «спортсмен – гири» в статических позах «а», «е2», «а» равняется $R(t)_{\text{верт}} = (64 \text{ кг} + 24 \text{ кг}) * 9,8 \text{ м/с}^2 = 862,4 \text{ Н}$ (Ньютон). Однако динамический вес системы «спортсмен – гири» изменяется вследствие спада и нарастания усилий во время упражнения, например от 0 Н (зубец «d») до 2000 Н (зубец «d1») (рис. 1).

По видеозаписям выступлений на соревнованиях одного из сильнейших в России и мире спортсмена-гиревика С. Меркулина были изготовлены видеограммы техники упражнения ДЦ (рис. 2). Углы $\alpha(t)_{\text{кс}}$ на рис. 1 сопоставляли с углами в коленном суставе на рис. 2, при этом отдельные видеок cadры подписывали буквами, соответствующими буквам на рис. 1.

Основными материалами исследования являются графики синхронных показателей $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ (рис. 3А, 3В, 3С) и фрагменты видеосъемок (рис. 4А, 4В), полученные при выполнении упражнения спортсменами-гиревиками различной квалификации. Качество техники выполнения упражнения оценивалось по следующим критериям: 1) в начале подседа снижение $R(t)_{\text{верт}}$ до 0 Н (зубец «d»); 2) оптимальные значения импульса силы в фазах начала «сброса» гирь от груди вниз (зубец «h1»

на рис. 3А); 3) снижение $R(t)_{\text{верт}}$ в конце фазы «замаха», перед маятниковым движением гирь вперед (зубец «k»); 4) изменение высоты «заброса» гирь на грудь на интервале «m» – «n».

Результаты исследования и их обсуждение

В доступной научной литературе и в интернет-ресурсах был найден всего один источник о динамических показателях в упражнении ДЦ, где приводится график вертикальной реакции опоры [6].

На рис. 3 представлены графики синхронных показателей $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ при выполнении упражнения КМС И-вым, масса тела спортсмена 80 кг, масса 2 гирь – 24 кг. Вес системы «спортсмен – гири» в статических позах «а», «е2», «а» равняется $R(t)_{\text{верт}} = (80 \text{ кг} + 24 \text{ кг}) * 9,8 \text{ м/с}^2 = 1019,2 \text{ Н}$ (Ньютон).

Первый критерий техники отражает способность гиревика, быстро выпрямляя руки в локтевых суставах, «уйти» на оптимальную глубину подседа. У спортсменов высокой квалификации динамический вес системы «спортсмен – гири» в этой фазе равен нулю (амплитуда зубца «d» равна нулю, рис. 1). Однако новички и некоторые спортсмены КМС подсед выполняют замедленно, с небольшой глубиной. Такой способ требует избыточного напряжения рук и даже нарушения правил – жима гирь руками. В нашем примере (рис. 3А, 3В, 3С) показано отсутствие у испытуемого навыка выполнения подседа.

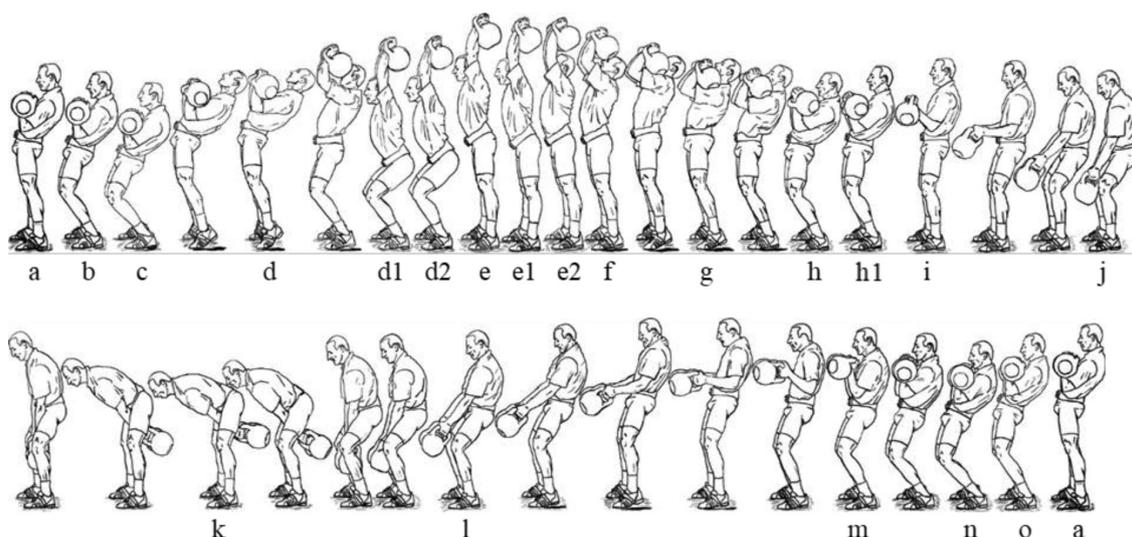


Рис. 2. Видеограммы техники упражнения «толчок двух гирь по длинному циклу» ЗМС С.В. Меркулина

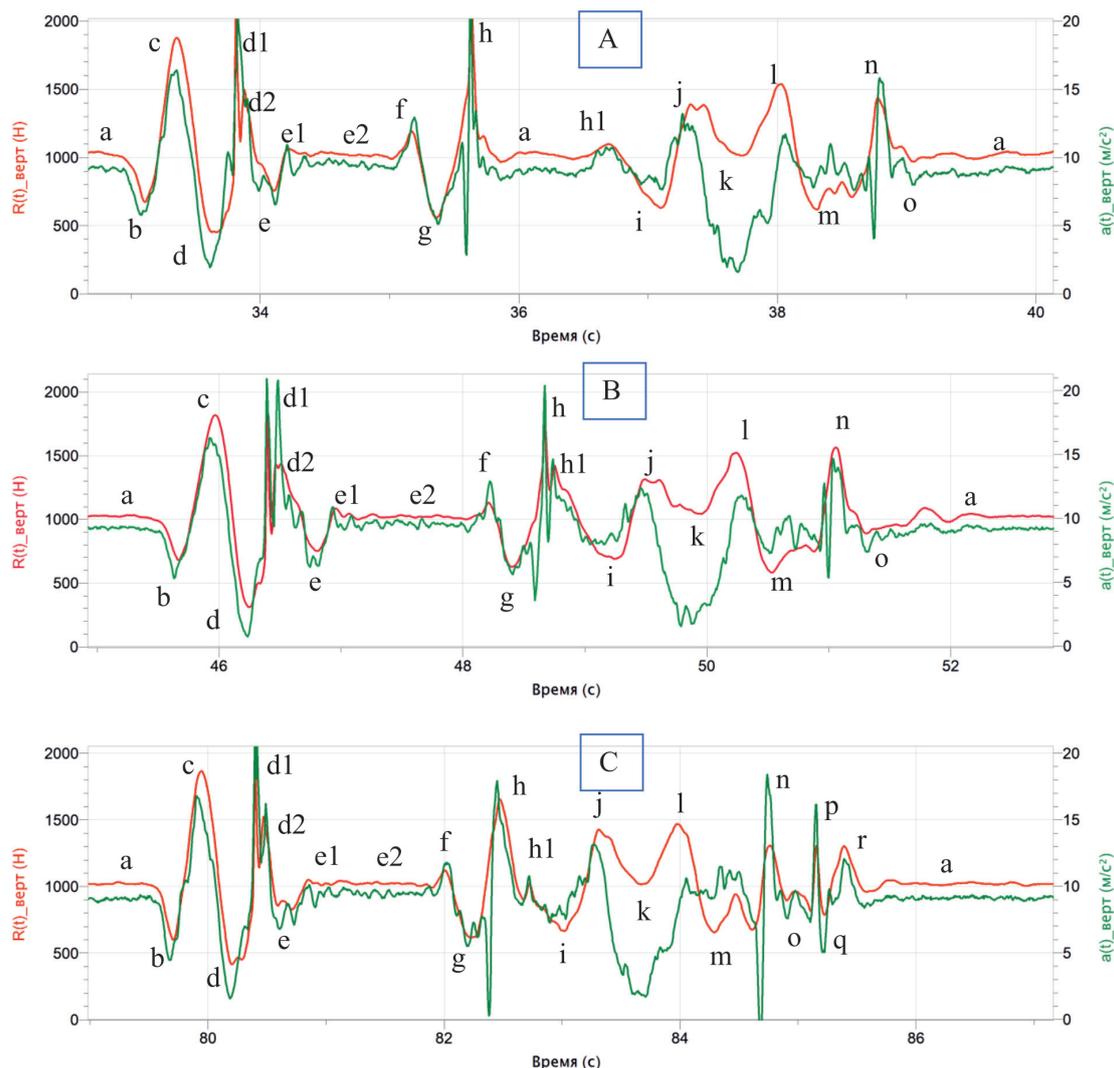


Рис. 3. Синхронные измерения показателей вертикальной составляющей реакции опоры $R(t)$ _верт и вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)$ _верт в упражнении ДЦ КМС II-ва (масса атлета – 80 кг, масса 2 гири – 24 кг): А – с остановкой в статической позе «а» после опускания гири на грудь; В – без остановки в статической позе «а» после опускания гири на грудь; С – с избыточными движениями после «заброса» гири на грудь «р», «q», «r»

Второй критерий отражает способность спортсмена выполнить «сброс» гири в «замах» без избыточных затрат силы в начале фазы движения гири в направлении «от спортсмена вниз». Трудность заключается в сложной координации движения гири вперед и компенсаторного движения тела спортсмена назад. Например, из графика вертикальной реакции опоры Erik Hofman-Bang [6] следует, что испытуемый перед «сбросом» гири в замахе отталкивает гири от себя. Именно на такое движение указывают амплитуда вертикальной составляющей реакции опоры (75% от $R(t)$ _верт) и ее продолжительность – зубец «Drop into swing» [6]. Импульс этой силы можно опре-

делить исходя из произведения $F(t) * \Delta t$, т.е. по площади, ограниченной функцией реакции опоры и временным интервалом начала и конца действия силы [8]. Даже визуально импульс этой силы по своему значению сопоставим с импульсами силы при амортизации движения гири вниз (зубец «Back swing Apex») и при подрыве гири вверх после замаха (зубец «Front swing Apex») [6]. На рисунке 3А после задержки спортсмена в статическом положении «а» также имеется зубец «h1» (25% от $R(t)$ _верт), который, как и в предыдущем примере, снижает экономичность движений. В других случаях (рис. 1, 3В и 3С) зубцы «h», «h1», «i» плавно переходят друг в друга.

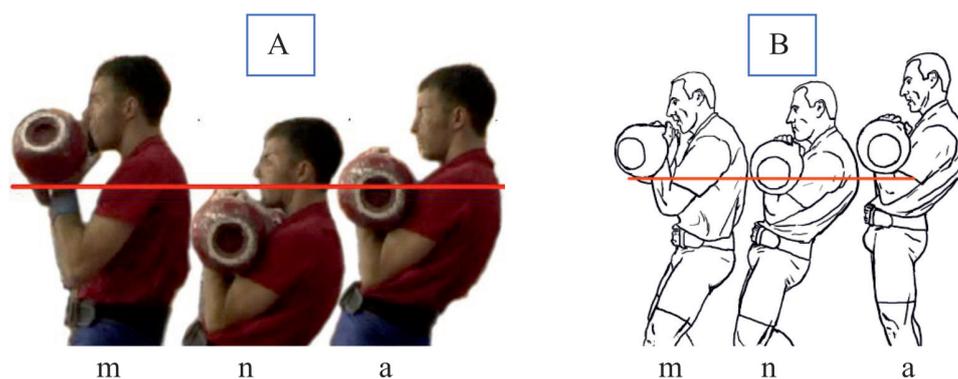


Рис. 4. Изменение высоты «заброса» гирь на грудь на интервале $t - a$ у спортсменов различной квалификации: А – МС Б-ов, В – ЗМС С.В. Меркулин

Третий критерий отражает наличие фазы свободного движения (полета) гирь в конце фазы «замаха» перед маятниковым движением гирь вперед. При этом зубец «к» будет снижаться ниже уровня линии веса системы «спортсмен – гири» (рис. 1). Уменьшение веса системы указывает на уменьшение веса отдельных частей этой системы, в том числе веса гирь на подвесе рук. При этом возможно на какое-то мгновение выключение напряжения мышц кистей и рук. На рис. 1 этот интервал времени равен 0,322 мс, а снижение зубца «к» – до 670 Н. Выше было показано вычисление статического веса системы «спортсмен – гири» – 862,4 Н. В конце «замаха» движение частей тела спортсмена останавливается, движение (начало падения) совершает только гиря. Следовательно, разность статического и динамического веса системы показывает, насколько уменьшился вес гирь в руках спортсмена (как на подвесе), – 192,4 Н. Вычисляя вес гирь в Ньютонах ($24 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 235,2 \text{ Н}$), можно узнать разность изменения веса гирь на подвесе, т.е. в руках спортсмена ($235,2 - 192,4 = 42,8 \text{ Н}$). Эта величина равняется 4,4 кг (поскольку $42,8 \text{ Н} / 9,8 \text{ м/с}^2 = 4,4 \text{ кг}$) вместо 24 кг! Но у спортсменов низкой квалификации снижения зубца «к» ниже линии статического веса системы «спортсмен – гири» часто не наблюдается (рис. 3). Следовательно, после амортизации движения гирь вниз, после зубца «к», напряжение мышц кистей и рук у испытуемого снижается незначительно.

Четвертый критерий позволяет оценить эффективность «заброса» гирь на грудь. На рис. 4 показано изменение высоты «заброса» гирь на грудь на интервале « t » – « a » у спортсменов различной квалификации. В данном двигательном действии избыточные движения в вертикальном направлении снижают его эффективность (та-

блица). Известна формула потенциальной энергии $E_{\text{пот}} = m \cdot g \cdot H$, где m – масса тела (кг), g – ускорение свободного падения (м/с^2), H – высота (м).

Изменение высоты «заброса» гирь на грудь

Высота перемещения гирь	H « m » (см)	H « n » (см)	H « a » (см)
Б-ов	0	$-26 \pm 0,25$	$-2 \pm 0,25$
Меркулин	0	$-8 \pm 0,25$	$+2 \pm 0,25$

В качестве коэффициента эффективности в нашем исследовании можно принять высоту H для кадра « n ». Тогда «заброс» С.В. Меркулина будет эффективнее в 3,25 раза, чем у Б-ва ($26 \text{ см} / 8 \text{ см} = 3,25$).

Заключение

Графики $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ (рис. 1, 3) показывают почти полное соответствие формы характерных зубцов по амплитуде и во времени, кроме зубца «к», амплитуда которого зависит от угла наклона туловища вперед. Следовательно, для оценки качества техники двигательных действий в упражнении ДЦ по первому и второму критерию можно использовать недорогой акселерометр или смартфон с установленной соответствующей программой. «Уход» под гири в фазе приседа и сброс тяжелых гирь (64 кг) с груди в «замах» являются координационно сложными движениями и требуют применения специальных методов обучения. При нерациональной технике для сброса гирь от груди в «замах» может быть приложена сила, превышающая $R(t)_{\text{верт}}$ на величину от 25% до 75%, что значительно снижает экономичность двигательного действия. Было определено, что вес гирь на подвесе (в руках) в зависимости от квалификации спортсмена изменяется от значения статического веса гирь

до 0 Н. Однако оценка техники по третьему критерию представляется возможной только с помощью тензоплатформы. Четвертый критерий эффективности «заброса» гирь на грудь вычисляется с помощью определения разности высоты вертикального перемещения гирь в самой высокой точке полета гирь вверх после подрыва (кадр «m») и в конце фазы амортизации (кадр «n»). Высоту перемещения гирь можно определить по видеофрагментам данного двигательного действия. При рациональных двигательных действиях в упражнении ДЦ эффективность «заброса» может быть повышена более чем в 3 раза.

Список литературы

1. Ципин Л.Л., Кириллов С.А., Петров В.М., Беляев И.С. Современные тенденции методики и тренировки в гиревом спорте // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2017. № 2. С. 65–71.
2. Ростовцев В.Л., Грушин А.А. Критерии, оценка и коррекция технического мастерства спортсменов в современных представлениях и технологиях // Вестник спортивной науки. 2020. № 6. С. 24–28.
3. Ципин Л.Л. Анализ статических положений при выполнении упражнений в гиревом спорте // Российский журнал биомеханики. 2017. № 2. С. 178–187.
4. Ross J.A., Keogh J.W.L., Wilson C.J., Lorenzen C. External kinetics of the kettlebell snatch in amateur lifters. Peer J. 2017. 5:e3111. DOI: 10.7717/peerj.3111.
5. Ципин Л.Л. К вопросу о стереотипности двигательных действий спортсменов // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 1 (12). С. 44–47.
6. Hofman-Bang E., Salewski M., Adler A.T. Video tracking and force platform measurements of the kettlebell lifts long cycle and snatch. SN Appl. Sci. 2021. V. 3. Article 239. DOI: 10.1007/s42452-021-04220-4.
7. Тихонов В.Ф. Применение тензоплатформы и акселерометра в гиревом спорте при исследовании техники упражнения «толчок» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 2. С. 214–218. DOI: 10.17513/snt.38521.
8. Тихонов В.Ф. Импульс силы и количество движения системы «спортсмен-гиря», как критерии техники в упражнении гиревого спорта «рывок» // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30598> (дата обращения: 19.05.2021). DOI: 10.17513/spno.30598.
9. Мавлиев Ф.А., Пьянзин А.И., Альбшлави М.М., Кудяшев Н.Х., Зотова Ф.Р. Метрологическая оценка тренировочных и соревновательных упражнений тяжелоатлетов // Человек. Спорт. Медицина. 2020. Т. 20. № 4. С. 111–119. DOI: 10.14529/hsm200413.

УДК 378.1

РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Хвостов В.А., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Высоцкая И.А.,
Савченко И.И., Сапелкин Р.С.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: hvahval@mail.ru, v.denisenko1@yandex.ru, skrypnikovvsafe@mail.ru,
i.a.trishina@gmail.com, ilona.savchenko.2016@mail.ru, SapRS@mail.ru*

На основе проведенного анализа предоставления дистанционных образовательных услуг с использованием мобильных технологий сделан вывод о обработке персональных данных при их реализации. Мобильные технологии в связи с рядом особенностей реализации дистанционного образования характеризуется рядом критических уязвимостей, вызванных особенностями архитектуры мобильных устройств (смартфонов, планшетов, смарт устройств, и т.п.), применяемой технологией доступа к интернет мобильными системами (как сети сотовой связи, так и сети беспроводного доступа) и серверной части информационных систем образовательных учреждений. В связи с обработкой персональных данных при дистанционном образовании с использованием мобильных систем, защита от угроз безопасности информации требует реализации технических и организационных мероприятий, заданных на законодательном уровне. В руководящих документах регуляторов обработки персональных данных России вопросы защиты информации при использовании мобильных технологий не рассматриваются в связи с новизной проблемы. Поэтому проблема обеспечения безопасности персональных данных при реализации дистанционных образовательных услуг с применением мобильных технологий является актуальной. В статье, на основе анализа актуальной угроз мобильных технологий и средств защиты информации, применяемых при использовании мобильных систем, предлагается система защиты для дистанционных образовательных технологий, использующих мобильный доступ.

Ключевые слова: дистанционная образовательная услуга, мобильная станция, шлюз безопасности, менеджер мобильных устройств

REALIZATION AND REMOTE EDUCATIONAL SERVICES USING MOBILE TECHNOLOGIES

**Khvostov V.A., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Vysotskaya I.A.,
Savchenko I.I., Sapelkin R.S.**

*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: hvahval@mail.ru,
v.denisenko1@yandex.ru, skrypnikovvsafe@mail.ru, i.a.trishina@gmail.com, ilona.savchenko.2016@mail.ru*

Based on the analysis of the provision of distance educational services using mobile technologies, a conclusion was made about the processing of personal data during their implementation. A number of critical vulnerabilities caused by the peculiarities of the architecture of mobile devices (smartphones, tablets, smart devices, etc.), the technology used to access the Internet by mobile systems (both cellular networks and wireless access networks) and the server side of information systems of educational institutions characterize mobile technologies. In connection with the processing of personal data in distance education using mobile systems, protection against information security threats requires the implementation of technical and organizational measures specified at the legislative level. In the guidance documents of the regulators of personal data processing in Russia, the issues of information protection when using mobile technologies are not considered due to the novelty of the problem. Therefore, the problem of ensuring the security of personal data in the implementation of distance educational services using mobile technologies is urgent. In the article, based on the analysis of the current threats of mobile technologies and information security tools used when using mobile systems, a protection system for distance educational technologies using mobile access is proposed.

Keywords: distance education service, mobile station, security gateway, mobile device manager

Индивидуальный подход к обучению, свободный доступ к электронной образовательной среде, требования индивидуального слежения и контроль процессов самостоятельного освоения учебного материала учащимися обусловили широкое применение мобильных технологий в средней и высшей школе.

Целью работы является обнаружение возможных угроз и уязвимостей, обусловленных использованием мобильных технологий при реализации образовательного процесса, и формулирование рекомендаций

по обеспечению безопасности персональных данных в мобильных образовательных информационных системах.

В современных электронных образовательных системах (ЭОС) мобильные станции выполняют следующие функции:

1) реализуют управление учебно-методическими комплексами, размещенными в ЭОС, координацию педагогических процессов в образовательном учреждении;

2) обеспечивают дистанционное взаимодействие внутри педагогического сообщества и связи с обучающимися;

3) мобильные устройства контроля и непосредственного воспитательного воздействия на обучающихся, используются для накопления, обработки и передачи необходимой информации;

4) обеспечивают непосредственный доступ к ЭОС, включая возможности непосредственного тестирования и контроля знаний;

Как показывает анализ современных мобильных приложений, большинство их имеют клиент-серверную архитектуру [1]. При этом клиентская часть работает на мобильной операционной системе (Android или iOS). Установка клиентской части обеспечивается магазином приложений – специализированной площадки, где разработчики размещают свои программы.

Пользователь устанавливает на мобильную станцию программу и взаимодействует напрямую с ЭОС: изучает теоретический материал лекций, получает консультации педагогов, проходит промежуточное и результирующее тестирование. При этом в качестве основного компонента ЭОС выступает сервер образовательного учреждения.

Сервер является платформой, размещаемой в образовательной организации, содержащей в большинстве случаев веб-приложение. Установленное на сервере программное обеспечение взаимодействует с мобильными клиентами учащихся через INTERNET посредством интерфейса (API). Сервер образовательной организации является основой ЭОС. Здесь обрабатывается и хранится информация, осуществляется управление мобильными станциями и происходит синхронизация пользовательских данных.

Функционирование ЭОС с применением мобильных технологий связано с обработкой в технических средствах идентификационной информации учащихся, персональных данных педагогов и конфиденциальной информации образовательных учреждений [2].

Следовательно, применение мобильных технологий доступа в ЭОС имеет непосредственную связь с обработкой конфиденциальной информации различного уровня и, соответственно [3, 4], требует реализации организационных и технических мер по защите [5].

Проведенный в [6] анализ стандартов и руководящих документов в области защиты персональных данных выявил, что в России в настоящее время вопросы защиты информации в информационных системах, использующих мобильные технологии, не регламентируются. Требования к защите персональных данных, технические и организационные мероприятия по защите, содержащиеся в [3, 4], ориентированы на тра-

диционные ЭВМ. Аналогичным образом, методический подход к разработке актуальной модели угроз информационных систем персональных данных не рассматривает мобильные системы.

Таким образом, применяемые в мобильных информационных системах средства обеспечения безопасности персональных данных не регулируются нормами законодательства и в связи с этим используются без правового и методического обоснования.

Как объект защиты от несанкционированного доступа, ЭОС с мобильным доступом обладают рядом отличий от традиционных информационных систем. В частности, применение в технологическом цикле обработки конфиденциальной информации приводит к существенному увеличению возможных уязвимостей ЭОС и большого количества новых по сравнению с традиционно рассматриваемыми угрозами [6].

По отношению к мобильным технологиям можно выделить следующих пользователей.

Сотрудники учреждения – имеют доступ к данным и услугам организации. Уровень доступа основывается на требованиях, прописанных в должностных обязанностях, а также уровне конфиденциальности информации, к которой сотрудник должен получить доступ.

Партнеры – персонал сторонних компаний, который сотрудничают с образовательной организацией для реализации определенных задач. Данной категории может потребоваться доступ к системе и инфраструктуре для проведения регламентных работ, однако отметим, что они не имеют такие доступ и права, как сотрудники образовательной организации.

Внешние пользователи – это лица, которые осуществляют доступ к общедоступным данным организации через предоставляемые и поддерживаемые организацией интерфейсы. Данная категория обычно не имеет учетных данных в ЭОС для идентификации.

Поставщики компонентов мобильных устройств – имеют возможность физически вмешиваться в работу мобильного устройства перед его поставкой. С точки зрения источника угрозы данная категория имеет возможность устанавливать вредоносное программное обеспечение.

Поставщики услуг сервисов беспроводных технологий – имеют полный доступ к сети сотовой связи, имеют возможность перенастройки мобильного устройства, имеют доступ к информационному ресурсу мобильной станции, что может привести к кэшированию данных пользователя.

Использование в технологическом цикле мобильных станций, провайдера беспровод-

ного доступа в Интернет, сотрудничество с организациями, предоставляющими высокоскоростные каналы передачи цифрового потока, приводят к тому, что уязвимости всех технических и программных средств, формирующих каналы удаленного доступа в ЭОС, должны быть учтены в актуальной модели угроз и парироваться с применением соответствующих организационных и технических мероприятий.

Как было показано ранее, нормативное и методическое регулирование применения средств защиты информации от несанкционированного доступа для ЭОС с мобильным доступом в России на сегодняшний день отсутствует. В связи с этим необходимо провести анализ международного опыта обеспечения ЗИ при организации мобильного доступа при реализации дистанционных образовательных услуг.

Угрозы, обусловленные применением мобильных станций. Уязвимости мобильных систем включают уязвимости аппаратной составляющей мобильной станции, мобильной операционной системы и мобильного приложения.

Анализ уязвимостей аппаратной составляющей мобильной станции, проведенный в [6], показал, что они по большей части обусловлены ошибками или с преднамеренно установленными в мобильные станции аппаратными люками. Локализация уязвимостей в основном ограничивается прошивкой мобильной станции. Также мобильные станции для обнаружения уязвимостей дополняют техническими средствами с функциями слежения и перехвата информации [1].

Уязвимости операционной системы и уязвимые приложения представляют большую опасность, поскольку для них открыт доступ с высоким уровнем привилегий. Мобильные приложения, как и программы для ЭВМ, могут иметь уязвимости и подвергаться атакам при эксплуатации. Как правило, приложения могут иметь уязвимости из-за низкого уровня програм-

мирования, проектирования или выбора конфигурации в вопросах обеспечения информационной безопасности.

Также для мобильных станций актуальной угрозой является отключение пользователем встроенных функций безопасности операционной системы [6]. Перечисленные уязвимости приводят к реализации совокупности угроз, направленных на мобильные системы.

Методы обеспечения безопасности персональных данных в мобильных образовательных информационных системах. При защите от угроз информационной безопасности можно применить менеджер мобильных устройств (MDM). Он реализует основы политики безопасности персональных данных при настройке параметров и режимов работы мобильных устройств пользователей. Можно выделить следующие параметры:

- параметры оборудования (например, разрешение на использование Bluetooth, NFC и т.д.);
- параметры пароля (включая длину и качество пароля);
- параметры шифрования;
- настройки браузера (например, запрет на сохранение cookie, блокировка javascript);
- разрешенные и запрещенные приложения;
- политики соответствия требованиям (например версия ОС).

При реализации угрозы нарушения физической целостности мобильной станции пользователя программа производит удаление конфиденциальной информации с мобильного устройства. Также может быть реализована очистка секретных кодов, удаленная блокировка или антивирусная поддержка.

Наиболее эффективными MDM являются Microsoft Intune, AirWatch by VMware, Citrix XenMobile.

Процесс управления мобильными устройствами представим в виде последовательности, представленной на рисунке.



Процесс управления мобильными устройствами с использованием типовых решений MDM

Также для защиты от угроз информационной безопасности можно использовать менеджер мобильных приложений (ММ). Данный класс СЗИ предоставляет подмножество функций управления мобильными устройствами. Программа реализует функции распределения и управления данными, а также регулирует жизненный цикл некоторых мобильных приложений.

ММ поддерживает безопасность средств, предназначенных для аутентификации устройства. Также может включать диагностические функции, такие как удаленный вход в систему, создание отчетов и устранение неполадок. Специализированные реализации ММ являются отдельным компонентом мобильного приложения, так как не подлежат интеграции с реализациями MDM. Примером наиболее эффективных ММ являются Kaspersky Security for Mobile, SOTI Mobicontrol.

При организации защиты информационных ресурсов образовательной организации от угроз, направленных на уязвимости сервисов мобильного доступа образовательных информационных систем, рекомендуется применение средств идентификации и управление доступом (IAM). Этот класс СЗИ используют для внедрения аутентификации и авторизации, формирования единого профиля безопасности для всех пользователей в мобильном решении. Система IAM помогает гарантировать единый подход к обеспечению безопасности для всех мобильных сервисов и позволяет внедрять в мобильные решения корпоративные системы аутентификации пользователей.

Применение IAM в сочетании с MDM обеспечивает возможность пользователю иметь несколько мобильных устройств, настроенных с одним и тем же уровнем доступа. Синхронизацию данных между несколькими устройствами и пользователями так же обеспечивает система IAM.

Мобильные устройства используют беспроводную сетевую связь Wi-Fi, основанную на семействе стандартов IEEE 802.11a/b/g/n, и могут подключаться к персональным или корпоративным точкам доступа или аналогичным устройствам. Устройства, использующие беспроводную сетевую связь, уязвимы для перехвата информации анализаторами сигналов. Проверенные точки доступа также представляют потенциальную угрозу «человек посередине» [6]. При организации защиты требуется применение шлюза и стека безопасности (GSS).

Через мобильные устройства могут реализовываться атаки на иные используемые

сетевые устройства. Одновременное наличие сотовой и беспроводной сети в мобильных устройствах делает их идеальными платформами для обхода традиционной защиты информации. Чтобы минимизировать ущерб в ЭОС от скомпрометированного мобильного устройства, доступ к информационным ресурсам организации должен быть ограничен через один или несколько сетевых маршрутов и проверен стандартными сетевыми средствами защиты: проверка пакетов с отслеживанием состояния, обнаружение вторжений, а также фильтрация цифрового потока.

Кроме того, при трансляции цифрового потока мобильной станцией по высокоскоростным магистральным каналам, обеспечить защиту данных возможно только с использованием методов криптографической защиты информации. При этом применяются средства защиты, реализующие виртуальную частную сеть (VPN). Данный класс средств защиты обеспечивают надежный метод создания безопасных соединений между мобильными устройствами и информационными ресурсами образовательной организации при использовании публичных неуправляемых сетей. Технологии VPN, как правило, используются только авторизованными и партнерскими пользователями, но существуют технологии, которые позволяют устанавливать VPN-подключения для внешних пользователей [1].

Заключение

При организации образовательного процесса с помощью мобильных технологий используется конфиденциальная информация различного уровня, технологическая информация и ключевая информация криптографических протоколов различного вида. Таким образом, при использовании мобильных технологий необходимо обеспечить правильную организацию обработки конфиденциальной информации различного уровня [2–4].

Новые угрозы, обусловленные использованием современных технологий и новые векторы реализации образовательного процесса с использованием мобильных технологий, рассмотренные в статье, позволили выявить возможные уязвимости при использовании конфиденциальной информации и рекомендации по ее защите.

Список литературы

1. Ретабуил С. Android NDK. Разработка приложений под Android на C/C++. М.: ДМК пресс. Электронные книги, 2014. 496 с.

2. Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» // Российская газета. № 165. 29 июля 2006 г.

3. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» // Российская газета. № 256. 07 ноября 2012 г.

4. Лузгина В.Б., Стаховская Ж.А. Опыт использования мобильных технологий в образовательной среде

вуза // Образовательные технологии и общество. 2016. № 3. С. 463–472.

5. Арапов Д.В., Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Высоккая И.А. Разработка и защита баз данных. Учебное пособие по дисциплине «СУБД Oracle». Воронеж: ВГУИТ, 2020. 100 с.

6. Гулов В.П., Хвостов В.А., Скрыпников А.В., Косолапов В.П., Сыч Г.В. Анализ угроз безопасности информации при обработке персональных данных в мобильной медицине. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2020. Т. 19. № 2. С. 129–138.

ОБЗОРЫ

УДК 37.01

**ЛЕНИН В.И. О ШКОЛЕ И СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ОБРАЗОВАНИЯ
(К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)****Аманбаева Л.И., Голиков А.И.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: alex_golikov@mail.ru*

В статье раскрываются ленинские идеи об организации школы и системы образования, о политехническом образовании, нравственном воспитании, об учителе и об их влиянии на современные образовательные процессы. Рассмотрены некоторые фундаментальные идеи марксистской философии, которые В.И. Ленин и его сподвижники воплотили в практику создания советской школы и педагогической науки, а также их прогрессивное значение для современности. Это идеи о создании «единого» типа школы, об использовании прогрессивных технологий в строительстве государства и школы, о нравственном воспитании молодежи, об учителе, которые, на наш взгляд, имеют очень большое значение в современных условиях России. Отмеченная Лениным очень важная мысль о формировании у молодёжи умения подчинять свои интересы интересам коллектива и общества была реализована в воспитательной системе, созданной А.С. Макаренко и его последователями. Мысли В.И. Ленина об учителе, на наш взгляд, имеют очень большое значение в современных условиях России, когда наблюдается падение социального и профессионального престижа учителя. В результате исследования дается краткая аналитика по поводу осмысления социально-педагогического опыта советского периода развития России и его влияния на мировые социальные и образовательные изменения в XXI в.

Ключевые слова: ленинские идеи, образование, политехнизм, нравственное воспитание, современные тенденции, компетенции, социально-педагогический опыт, современные стратегии образования

**LENIN V.I. ABOUT SCHOOL AND MODERN STRATEGIES OF EDUCATION
(FOR THE 150TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)****Amanbaeva L.I., Golikov A.I.***North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: alex_golikov@mail.ru*

The article reveals Lenin's ideas about school organization, system of education, polytechnic education, moral education, teacher, and his influence on modern educational processes as well. Some fundamental ideas of Marxist philosophy, which V.I. Lenin and his followers embodied in the practice of creating the Soviet school and pedagogical science, as well as their progressive significance for the present, are considered. They include some ideas of creating a «single» type of school, application of progressive technologies in building of the state and schools, moral education of young people, some ideas about position of a teacher, which, in our opinion, are very important in modern conditions in Russia. A very important idea noted by Lenin about the formation an ability at young people to subordinate their own interests to the collective and society ones was realized in the educational system created by A.S. Makarenko and his followers. V.I. Lenin's thoughts about the teacher, which, in our opinion, are very important in the modern conditions of Russia, when there is a decline in the social and professional prestige of the teacher. A brief analysis concerning the socio-pedagogical experience of the Soviet period of Russia's development and its impact on world's social and educational changes in the XXI century is given in this article.

Keywords: Lenin's ideas, education, polytechnism, moral education, modern trends, competencies, social and pedagogical experience, modern educational strategies

Отечественная педагогическая наука в советский период развивалась на совершенно новой фундаментальной научной основе: на диалектико-материалистических положениях марксистской философии, которые были воплощены теоретически и практически В.И. Лениным, великим мыслителем и общественным деятелем XX в. Педагогическая система, как в научном, так и в практическом плане, претворенная в жизнь на ленинских идеях, во многом продолжает действовать и в современных условиях, несмотря на попытки её переосмысления с позиции времени. Это, на наш взгляд, связано с несколькими общественно-политическими причинами. Кратко остановимся на двух из них, на наш взгляд, наиболее

значимых. Первая из них – это идеологическая. Педагогика, отвечающая за воспитание и образование подрастающего поколения, издревле питалась общественными и государственными идеями, принятыми в социальных отношениях. И в этом плане наше общество, как бывшее советское, так и современное, не исключение. Педагогика как наука родилась из философии и духовно питается ею, причем чем дальше идёт общественный прогресс, тем эта связь становится всё более интегральной: философско-мировоззренческие идеи направляют общечеловеческие моральные ценности, которые, в свою очередь, определяют педагогические цели и задачи, как стратегические (дальние), так и связанные с конкретной

педагогической реальностью (ближние). Наиболее общим примером может служить формирование гражданской ответственности Человека за сохранение баланса, а в идеале гармонии между Человеком, его деятельностью и Природой (это стратегическая цель педагогики). Именно такая идея заложена в марксистской философии, которая нашла отражение в её теории коммунистического общества и, как её следствие, в теории коммунистического воспитания, практическая реализация которой раскрыта в трудах В.И. Ленина по социальному переустройству нашей страны. Вторая причина вытекает из первой: отечественная педагогическая наука советского периода была создана на фундаментальных философских идеях марксизма, столь блестяще интерпретированных и развитых Лениным в практическом созидательном устройстве новой социалистической школы. Как всякое фундаментальное явление, такая педагогическая наука и практика не может претерпеть быструю социальную трансформацию. С этих позиций есть необходимость обратиться к этим фундаментальным идеям. Хотя бы в самом общем виде и вполне отдавая отчет в том, что с точки зрения современной общественно-политической конъюнктуры это не самая легкая задача.

Цель исследования – осмыслить теоретические взгляды Ленина и его практические рекомендации о воспитании молодежи и строительстве новой социалистической школы, отраженные в историко-педагогических трудах советского периода, и их влияние на мировые социальные и образовательные изменения в XXI в.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим некоторые фундаментальные идеи марксистской философии, которые В.И. Ленин и его сподвижники воплотили в практику создания советской школы и педагогической науки, а также их прогрессивное значение для современности.

Во-первых, идея создания «единого» типа школы. Принцип «единой школы» является формой демократизации образования, который впервые научно был обоснован ещё Я.-А. Коменским, великим чешским педагогом, в период позднего средневековья. Фундаментально эта идея была разработана в трудах Маркса, Энгельса и Ленина, как обеспечивающая полное социальное равенство в области образования: все дети, достигшие возраста обучения, должны были в обязательном порядке посещать школу независимо от их социального происхождения, материального и финансового положения их родителей, пола,

национальности и вероисповедания. Школа должна была стать по настоящему демократическим учреждением.

Такой принцип образования молодежи впервые в мировой практике был осуществлен в Советском Союзе, а затем, особенно после Второй мировой войны, с образованием социалистического лагеря, распространился и в других странах. В настоящее время его можно считать прогрессивной практикой мирового масштаба. Особенно это проявилось в Болонском процессе (1999 г.), который начался после подписания европейскими странами Соглашения о сотрудничестве и создании единого образовательного пространства. Он предусматривает взаимообмен в области образования (школьниками и студентами), взаимосотрудничество в области педагогических исследований, а в дальнейшем признание образовательных документов и трудоустройство выпускников учебных заведений с позиции оптимизации использования трудовых ресурсов. Это неизбежно ведёт к изменению политики в области образования: отход от элитарности к более массовому и демократическому типу образования со значительным повышением уровня его компетентности. Быстрый научно-технический прогресс, развитие новейших технологий требует от общества среднего и профессионального образования комплексного подхода в обучении, обеспечивающего качественные сдвиги в подготовке трудовых ресурсов: высокого уровня их умственного развития, творческих способностей, владения информацией и её технологическими операциями, умения быстро и адекватно реагировать на возникающие жизненные ситуации. Массовый тип образования, предусмотренный Болонским процессом, будет углублять интеграционные связи между странами в области образования.

Таким образом, вполне можно констатировать, что марксистско-ленинская идея о «едином», массовом типе школ и её осуществление в СССР и других социалистических странах имела феноменально провидческий характер и позитивно определила ход развития образования в мире.

Во-вторых, идея В.И. Ленина об использовании прогрессивных технологий в строительстве государства и школы.

Ещё К. Маркс отмечал, что «под воспитанием следует понимать три вещи: умственное, физическое направление и техническое обучение». Последнее ему представлялось как знакомство «...с основными принципами всех процессов производства...» [1, с. 105]. На основе этой

мысли Лениным был выдвинут принцип политехнизма в школьном обучении, который, по сути, означал ознакомление школьников с современной на то время техникой, технологией и организацией производства. Это должно было, по мнению Ленина, обеспечить связь школы с жизнью, с практикой трудовой деятельности народа. В своей речи на III всероссийском совещании работников образования (февраль 1920 г.) он выделил основную задачу – «учиться коммунизму», что означало: сознательно усвоенные и глубоко продуманные знания молодёжь должна уметь применять на практике. В 1920 г. шла работа над составлением Государственного плана электрификации всей Советской страны (ГОЭЛРО). «В это время, по словам Н.К. Крупской, внимание Ленина больше, чем когда-либо, было направлено на производственную пропаганду и на политехническую школу» [2, с. 420–421]. «Это было вызвано тем, что их осуществление он тесно связывал с вопросами электрификации страны как технической базы для создания индустриальной России. Решение данной важной задачи требовало поднятия уровня сознательности масс и высокой культуры труда. Помочь в этом должно было приобщение подрастающих поколений к техническим знаниям в политехнической школе» [1, с. 329], развитию которой он придавал исключительное значение не только для периода того времени, но и для будущего развития России. «В.И. Ленин заботился не только о подготовке рабочей силы, рабочих рук, но и о том, чтобы молодёжь овладевала высотами современной техники, которая сделает страну непобедимой и просвещенной. Он тесно связывал подготовку рабочей силы с воспитанием всесторонне развитых, сознательных строителей социалистического промышленного и сельскохозяйственного производства» [1, с. 331]: «...труд по привычке трудиться на общую пользу и по сознательному (перешедшему в привычку) отношению к необходимости труда на общую пользу, труд как потребность здорового организма» [3, с. 315]. Наш путь строительства социализма показал, что это было осуществлено советской школой за короткий исторический срок, и страна совершила индустриализацию, что сделало её «непобедимой», как этого добивался Ленин, выстояла против страшной немецко-фашистской агрессии, а после войны в рекордно короткий срок поднялась из руин и восстановила народное хозяйство. Немалая заслуга в политехнизации советской школы принадлежит Н.К. Крупской, жене и соратнику Ленина.

Идея В.И. Ленина о политехнизации средней школы имеет и современное значение, причем в масштабах не только России, но и в глобальном масштабе. Это видно из современных тенденций развития образования в мире. Одной из них является так называемая индустриализация системы образования, которая предполагает следующие моменты.

1. Уровень современных производственных технологий настолько сложен, что требует высокого профессионального уровня людей, которые вовлечены в этот процесс. Поэтому выпускники школ помимо прочего должны обладать потенциальным мышлением, знанием и пониманием процессов, происходящих не только в их регионе, в его стране, но и во всем мире. Это качественно новый взгляд на сущность образования.

2. Компьютеризация процесса обучения позволяет создавать и реализовывать инновационные модели обучения и адекватные методы контроля его результативности. Создаются новые информационно-образовательные коммуникационные системы в виде электронных материалов обучения: учебников, учебно-методических пособий, образовательных порталов и т.п. Информационные технологии и образование в совокупности становятся теми сферами человеческого интереса и деятельности, которые знаменуют новую эпоху и должны стать основой для решения стоящих перед человечеством проблем.

В-третьих, идея В.И. Ленина о нравственном воспитании молодежи. Обращая самое серьезное внимание на воспитание коммунистической морали и нравственности, Ленин, между тем, особенно подчеркивал, что оно невозможно без связи с умственным образованием. «Нам не нужно зубрежки, но нам нужно развить и усовершенствовать память каждого обучающегося знанием основных фактов, ибо коммунизм превратится в пустоту... если не будут переработаны в... сознании все полученные знания. Вы должны не только усвоить их, но усвоить так, чтобы отнестись к ним критически, чтобы не загромождать своего ума тем хламом, который не нужен, а обогатить его знанием всех фактов, без которых не может быть современного образованного человека» [4, с. 305].

Это наставление Ленина можно считать предвидением стратегической задачи образования в современном мире, когда идет процесс нацеливания на развитие креативности мышления и творческой активности молодых людей как наиболее важной профессиональной компетенции.

Он указывал молодежи, что только соединение учения с участием в строительстве нового общества вместе с трудящимися может обеспечить действительное воспитание вообще и коммунистическое в частности. Нельзя верить учению, воспитанию и образованию, если бы оно было загнано только в школу и оторвано от той бурной жизни, в процессе которой создается общество. Все, что мешает членам нового (социалистического) общества объединиться для созидательной деятельности, затрудняет воспитание в каждом человеке необходимых ему качеств, – все это противоречит морали нового общества. Поэтому Ленин считал, что дело воспитания, образования и учения молодежи должно быть воспитанием в ней высокой нравственности и морали. Воспитание человека в новом социалистическом обществе есть, прежде всего, воспитание сознательной дисциплины, необходимо воспитывать «...всего подрастающего поколения с молодых лет в сознательном и дисциплинированном труде» [1, с. 331]. Призывал воспитывать у молодежи организованность, умение подчинять свои интересы интересам коллектива и общества. Огромное значение в деле нравственного воспитания подрастающего поколения Ленин придавал воспитанию любви к Отечеству, которая должна носить действенный характер: любить Родину можно только в сочетании с созидательным трудом на благо общества. Таким образом, смысл морального воспитания он видел в триединстве умственного, трудового и нравственного, что обеспечивало всестороннее развитие молодежи.

Отмеченные Лениным очень важные мысли о формировании у молодёжи высоких моральных качеств в процессе созидательной трудовой жизни были реализованы в воспитательной системе, созданной А.С. Макаренко и его последователями, особенно В.А. Сухомлинским. Общественная нравственность определяется не только идеологией, но и разумной политикой государства в моральном воспитании подрастающего поколения, как будущих граждан, от нравственных качеств которых во многом зависит благополучие и процветание общества любой страны. Безусловным подтверждением этого является тот факт, что теория коллективного воспитания А.С. Макаренко, которая сформировала поколение молодых советских граждан перед Великой Отечественной войной и тем самым во многом обеспечила победу СССР над фашизмом, была признана ООН одним из четырех выдающихся способов, изменивших педагогическое мышление всего мира, наряду со способами Г. Кершенштей-

нера, М. Монтессори и Д. Дьюи. Современность его опыта заключается, прежде всего, в технологичном решении воспитательных проблем.

Именно в послевоенном развитии мирового сообщества проявились тенденции, указывающие на интерес к советскому опыту образования и воспитания с целью использования его достижений в стратегическом планировании развития образовательного процесса. Зарубежные авторы Robert Fitz Simmons, Juha Suoranta, Glenn Rikowski отмечают, что «необходимо обратить более пристальное внимание на идеи марксизма о развитии образования применительно к современным условиям» [5, 6].

В этом отношении особенно преуспела Япония, которая в послевоенном развитии взяла курс на использование готовых стратегий и технологий, дававших в других странах наибольший экономический эффект. «Японские послевоенные стратеги в области образования сумели увидеть в советской образовательной-воспитательной системе одно выдающееся рациональное зерно: результативность коллективного характера организации педагогического процесса, когда происходит формирование общественного сознания, направленного на общие, национальные интересы, на укрепление чувства долга и ответственности всей нации [7]. Идея коллективного воспитания в японском опыте приобрела смысл единения нации, став социальным катализатором основных признаков традиционной культурной ментальности: дисциплинированности, покорности власти, уважения к традиционному социальному укладу и т.п., которые можно было использовать для формирования новых общественных ценностей – отказа от милитаризации в экономике, улучшения качества жизни японцев, рационального использования природных ресурсов и создания соответствующих технологий. Главное заключалось в том, что в стратегическом развитии Японии образование стало считаться одним из самых важных ресурсов, как когда-то, еще на заре развития нашего социалистического государства, оно было одним из важнейших приоритетов, наряду с электрификацией, индустриализацией и коллективизацией страны» [8, с. 50].

Ленинские положения о моральном воспитании подрастающего поколения особенно актуализируются в современном мире в связи с тем, что с развитием коммуникативных технологий информация превратилась в глобальный ресурс интеллектуального и стратегического характера, охватывающего все основные сферы жизнедеятельности современного общества:

идеологической, политической, военной, экономической, культурной, экологической и поведенческой. Оправдалось предвидение Ленина о том, что борьба за сознание масс, особенно молодежи, развернется посредством источников массовой информации. Историческим примером этого служит создание Лениным газеты «Искра», коллективного организатора и пропагандиста, сплотившего его идейных сторонников. Он придавал огромное значение созданию и развитию социалистической печати, литературы, кино, искусства.

В-четвертых, мысли В.И. Ленина об учителе, которые, на наш взгляд, имеют очень большое значение в современных условиях России, когда наблюдается падение социального и профессионального престижа учителя.

«Народный учитель, – писал Ленин, – должен у нас быть поставлен на такую высоту, на которой он никогда не стоял... Это истина, не требующая доказательств. К этому положению дел мы должны идти систематической, неуклонной, настойчивой работой и над его духовным подъёмом, и над его всесторонней подготовкой к его действительно высокому званию и, главное, главное, главное – над поднятием его материального положения» [9, с. 365–366].

Во всём мире и во все времена профессия учителя считалась самой почётной и уважаемой, в развитых странах уже давно не стоит проблема материальной поддержки учителей. Подготовка учительских кадров имеет свои традиции, которые можно обобщённо представить в двух основных позициях: личностная и профессиональная. В России исторически сложилось так, что личностная, нравственная позиция была традиционно приоритетной. Особенно она усилилась в годы советской власти, когда планомерно велась подготовка педагогических кадров на высоком идейно-политическом и морально-нравственном и культурном уровне. Не менее важной считалась и профессиональная подготовка учителей через систему педагогического образования, которая достаточно гибко менялась в государственном масштабе, исходя из исторических особенностей развития общества. С начала 1990-х гг. Россия стала участницей Болонского соглашения по образованию ведущих европейских стран и идёт по пути реформирования системы подготовки педагогических кадров. В качестве положительного момента в этом процессе надо отметить, что Россия модернизирует систему подготовки учителей с учетом достигнутого в предшествующий период уровня её развития, без кардинального слома. В России сложился богатый опыт

педагогической подготовки кадров. И если ознакомиться с тенденциями в этом процессе в развитых странах, то наблюдается, что именно усиление качества педагогической подготовки становится стержнем образовательных программ. Важным звеном этого является значительное увеличение педагогических практик в учебных планах образовательных учреждений, а также выделяются специальные базовые школы для этого. Такой подход для российского педагогического образования является уже традиционным. Из новаций, которые внедряются в развитых странах, особенно в Германии, Франции, можно считать введение творческих испытаний при проведении вступительных экзаменов в педагогические вузы в формате таких, какие проводятся при поступлении на художественно-эстетические специальности. Это проводится с целью отбора наиболее талантливой молодежи, имеющей лучшие коммуникативные навыки. Таким образом, усиливается личностный подход к подготовке педагогических кадров, что вполне резонирует с ленинскими словами: «...к этому положению дел мы должны идти систематической, неуклонной, настойчивой работой и над его духовным подъёмом, и над его всесторонней подготовкой к его [учителя] действительно высокому званию...».

В-пятых, идеи В.И. Ленина об умственном образовании имеют глубокий современный смысл. Главное, на чем он акцентировал внимание, это:

1. Овладевать научными знаниями и неустанно учиться.
2. Овладевать всей сокровищницей культуры, теми знаниями культуры, которые выработало человечество за период своего исторического развития.
3. Овладение знаниями должно носить систематический характер.
4. Избегать механической зубрежки, не забивать голову формальными схемами, «всяким хламом».
5. Получать знания в процессе самостоятельного труда.

Данные положения были выдвинуты Лениным на основе глубокого знания и анализа философии, социологии и экономической теории. Они послужили методологической основой создания и развития советской педагогики. И, как показала современная практика, оказались провидческими, если судить по тем тенденциям, которые характерны для развития образования в мире. Наука, как форма общественного сознания, достигла такого уровня, что без научных знаний невозможно представить жизнедеятельность общества и его прогресс.

Результаты исследования и их обсуждение

Попытка осмысления ленинских идей и рекомендаций в сопоставлении с наметившимися современными тенденциями развития образования в мире позволяет сделать следующие общие выводы, которые в большей мере раскрывают авторские позиции, их размышления, содержание которых отнюдь не претендует на истинность в последней инстанции.

Актуальность и стратегическая направленность демократического, «единого» принципа организации образования в современных условиях проявляется в том, что расширяются границы массового образования и тем самым появляется возможность более широкого использования интеллектуального потенциала трудовых ресурсов, особенно в молодом, наиболее продуктивном возрасте. Главное противоречие Болонского процесса заключается в преодолении существенной разницы в уровнях образования стран, входящих в его соглашение.

В 2003 г. Россия начала реформу системы образования, особенно высшего образования, присоединившись к Болонскому процессу. Однако приходится преодолевать серьёзные противоречия в осуществлении этого, поскольку Россия, как никакая другая страна Европы, имела собственную фундаментальную систему высшего образования, ориентированную, прежде всего, на внутренние потребности.

Гениальное предвидение Ленина о возрастающей роли прогрессивных технических достижений и политехнических знаний в общественном развитии и её практическое применение претворяется в современном мире высоких технологий. Создаваемая в нашей стране на протяжении XX в. система общего и профессионального образования оказалась настолько фундаментальной и массовой, что намного опередила свое время, дав миру такой феномен, как «утечка мозгов» (после распада СССР), и обеспечив тем самым высококвалифицированными кадрами многие высокотехнологичные компании и научные центры в развитых и развивающихся странах мира. Советские ученые-дидакты создали фундаментальную систему среднего общего образования на принципах научности и систематичности содержания, сознательности и активности учащихся, мировоззренческой направленности и развития мышления, самостоятельности и творческого поиска. Огромную роль сыграли научные знания в развитии диалектического мышления – важнейше-

го компонента технического и культурного прогресса. Если мы начали внедрять такую систему образования в средней школе ещё в 1930-е гг., то в США так называемый «философский компонент» в преподавании знаний, как важное условие развития мышления школьников, стал внедряться в массовую школу только в 1970–1980-х гг. Наша педагогика и школа уже в 1960–1970-х гг. внедряла систему самостоятельной учебной (умственной деятельности) работы учащихся под девизом «Учись учиться». Эта система оказала выдающееся влияние на овладение школьниками общеучебными навыками аналитического мышления, о которых в мире начали говорить как о необходимых качествах личности в современных технологичных условиях только с конца XX в.

В современном мире мы стали свидетелями огромного влияния на умы и чувства людей коммуникативных средств: интернета и социальных сетей. Страны и народы стали серьёзно задумываться над проблемой защиты государственных и национальных интересов. Технологии управления поведением людей на основе бихевиористской философии и педагогики приводят к массовым беспорядкам, возникновением так называемых «цветных» революций, политической нестабильности в разных регионах мира.

Становится очевидным, что наряду с политическими мерами необходимы меры педагогического характера, направленные на формирование морального сознания народа на основе отечественной культурной ментальности, её ратных ценностей, соответствующего нравственного поведения, закрепления привычек ответственных поступков и действий. И это касается не только отдельно взятой страны, к примеру России, но и всего человечества, если мы хотим сохранить мир на Земле.

В развитых странах усиливается тенденция более фундаментальной подготовки педагогических кадров. Это видно из того, что в учебных планах значительно увеличивается время на практику, причем в специальных базовых школах. В тех странах, где возникают проблемы с педагогическими кадрами, привлекаются специалисты из других профессий, которые проходят педагогическую подготовку по образовательным программам и получают право работать в школах. Например, такое практикуется в Финляндии.

Определение стратегических направлений развития систем образования волнует практически всё мировое общество. Известный американский педагог Фил-

лип С. Шлехти, ссылаясь на опрос многих бизнесменов, работодателей, школьных работников, подчеркивает, что «на вопрос "Что вы хотите от школы?" получал, как правило, один и тот же ответ: нам нужны люди, которые умеют учиться самостоятельно» [10, с. 7].

Формирование современного человека требует и новых педагогических технологий, среди которых наиболее адекватным поставленным целям является «обучение в сотрудничестве» (термин западный). Как это созвучно коллективному способу обучения школьников, принятому в советской школе и отвечавшему духу ленинской идеи воспитания человека общественно-го! В этом отношении хотелось бы особо отметить ещё одну существенную особенность в мировом общественном развитии, которая созвучна ленинской идее воспитания человека общественного. Хотя Ленин, говоря о воспитании человека общественного, имел в виду прежде всего человека нового, социалистического общества, но смысл его идеи имеет значительно более глубокое и широкое содержание. И примером тому служат социальные и образовательные перемены, которые происходят в мире.

Заключение

Отечественная педагогическая наука достигла в области образования многого из того, что сегодня озвучивается как приоритетное стратегическое направление. Это хорошо видно из вышеизложенного материала. Многие из того, что достигнуто, обеспечивает нам потенциальные возможности для настоящего и будущего развития нашей страны. В то же время можно утверждать, что достигнутое нами предвосхитило современные мировые тенденции в развитии образования. В подтверждение сказанного хотелось бы выделить общие задачи развития образования в мире в XXI в., которые могут привести к новому качеству личности:

– стремиться к сближению между странами, особенно в Европе, в решении общих задач в образовательной политике, акцентируя внимание на подготовку кадров

с высокой профессиональной компетенцией: не только владеть современной учебной информацией, но и уметь использовать её в практической ситуации, быстро адаптироваться в меняющихся социальных условиях, быть креативно мыслящими, с высоким уровнем творческой деятельности и т.п.;

– стремиться к формированию личности культурного и информированного гражданина, понимающего происходящие в мире события и ответственного за их исход, повышается роль нравственного воспитания на фоне проявления негативных социальных ситуаций;

– учиться самостоятельности, стремиться к самообразованию, владеть навыками аналитических умственных действий, постоянно трудиться над развитием собственной нравственности, интеллекта и культуры.

Список литературы

1. Константинов Н.А., Медынский Е.Н., Шабаева М.Ф. История педагогики. М.: Просвещение, 1982. 447 с.
2. Крупская Н.К. Педагогические сочинения. Т. 4. Трудовое воспитание и политехническое образование. М.: Академия педагогических наук РСФСР, 1959. 630 с.
3. Ленин В.И. Полное собрание сочинений: [в 55 т.] / В.И. Ленин; Ин-т марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Изд. 5-е. М.: Политиздат, 1979–1982. Т. 40: Декабрь 1919 – апрель 1920. 1981. XXIV. 506 с.
4. Ленин В.И. Полное собрание сочинений: [в 55 т.] / В.И. Ленин; Ин-т марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Изд. 5-е. М.: Политиздат, 1979–1982. Т. 41: Май – ноябрь 1920. 1981. XXXII. 695 с.
5. Судзуки С. Реформа образования в Японии // Педагогика. 1992. № 3–4. С. 53–57.
6. Rikowski G. Marx and the Education of the Future. September 1, 2004. Vol. 2. Issue 3–4. P. 565–577. DOI: 10.2304/pfie.2004.2.3.10.
7. Fitzsimmons R., Suoranta J. Lenin on Learning and the Development of Revolutionary Consciousness. Journal for Critical Education Policy Studies. 2020. Vol. 18. No. 1. P. 34–62.
8. Аманбаева Л.И. Размышления о влиянии российского социально-педагогического опыта советского периода на мировые тенденции общественного и образовательного развития // European Social Science Journal. 2014. № 7–1 (46). С. 48–54.
9. Ленин В.И. Полное собрание сочинений: [в 55 т.] / В.И. Ленин; Ин-т марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Изд. 5-е. М.: Политиздат, 1979–1982. Т. 45: Март 1922 – март 1923. 1982. XXVI. 729 с.
10. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. М.: Академия, 2000. 224 с.

УДК 376.1

ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ПЕДАГОГИКИ ТОЛЕРАНТНОСТИ

Болдырева В.Э.

*ГБОУ ВО «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»,
Симферополь, e-mail: bldrva@yandex.ru*

Статья посвящена проблеме развития инклюзивного образования в условиях гуманизации педагогического процесса. На современном этапе развития системы непрерывного специального образования происходит коренное переосмысление парадигмы обучения и воспитания детей с особыми образовательными потребностями. Увеличение в современном обществе численности лиц с ОВЗ, особенно детского населения, поднимает вопросы, связанные с необходимостью их обучения и воспитания в условиях модернизации образовательной системы. Проблемы, связанные с получением достойного образования лицами с ограниченными возможностями здоровья, а также созданием для этого специальных условий с учётом психофизического развития и индивидуальных возможностей каждого обучающегося, особенно ярко стали проявляться в современном обществе. Становление личности ребёнка с нарушением психофизического развития как субъекта образовательно-воспитательного процесса предполагает создание благоприятных условий для его физического, психического, социального и духовного здоровья, правовой и социальной защиты, наличие толерантной образовательной среды. Реформирование образования в России, внедрение новейших технологий предусматривает формирование положительных условий индивидуального развития человека, его социализации и самореализации в мировом сообществе. Социальная толерантность и гуманизм, признание и уважение каждого человека независимо от его способностей или убеждений, право на получение достойного и качественного образования активизируют наиболее сложный аспект проблемы развития инклюзивного образования – его кадровое обеспечение. Учитель, работающий в инклюзивном образовательном пространстве, должен не только владеть профессиональными навыками, но и быть образованной личностью, способной гуманно оценить роль человека с особыми потребностями в современном мире.

Ключевые слова: инклюзивное образование, интеграция, лица с ограниченными возможностями здоровья, дети с психофизическими нарушениями развития

INCLUSIVE EDUCATION IN THE CONTEXT OF TOLERANCE PEDAGOGY

Boldyreva V.E.

*Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov, Simferopol,
e-mail: bldrva@yandex.ru*

The article is devoted to the problem of the development of inclusive education in the context of the humanization of the pedagogical process. At the present stage of the development of the system of continuing special education, there is a radical rethinking of the paradigm of teaching and raising children with special educational needs. The increase in the number of people with disabilities in modern society, and especially its children's population, raises questions related to the need for their education and upbringing in the context of the modernization of the educational system. The problems associated with obtaining a decent education for people with disabilities, as well as the creation of special conditions for this, taking into account the psychophysical development and individual capabilities of each student, have become particularly pronounced in modern society. The formation of the personality of a child with a violation of psychophysical development as a subject of the educational process involves the creation of favorable conditions for his physical, mental, social and spiritual health, legal and social protection, the presence of a tolerant educational environment. The reform of education in Russia, the introduction of new technologies provides for the formation of positive conditions for individual development of a person, his socialization and self-realization in the world community. Social tolerance and humanism, recognition and respect for every person regardless of their abilities or beliefs, the right to receive a decent and high-quality education activate the most difficult aspect of the problem of developing inclusive education – its staffing. A teacher working in an inclusive educational environment should not only possess professional skills, but also be an educated person who is able to humanely assess the role of a person with special needs in the modern world.

Keywords: inclusive education, integration, persons with disabilities, children with psychophysical developmental disorders

Одна из наиболее важных задач на современном этапе развития общества – развитие гуманистического и толерантного отношения к лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе и инвалидам.

Стремление к социальной адаптации и реабилитации лиц с нарушениями психофизического развития, их интеграция в сообщество обычных людей становятся общемировой тенденцией. Начинает фор-

мироваться новая культурная и образовательная норма – уважение к людям с физическими и интеллектуальными нарушениями. Развитие инклюзивной модели обучения, которая обеспечивает возможность получения качественного образования многим лицам с ограниченными возможностями здоровья, постепенно становится одним из важных направлений отечественного образования [1, 2].

Воспитание толерантности к культурным, социальным, психофизическим различиям человека рассматривается как подходящая альтернатива традиционному образованию. В статье 1 Декларации принципов толерантности, утверждённой Резолюцией 5.61 Генеральной конференции ЮНЕСКО от 16 ноября 1995 г., толерантность определяется как «прежде всего активное отношение, формируемое на основе признания универсальных прав и основных свобод человека». «Ей способствуют знания, открытость, общение и свобода мысли, совести и убеждений. Толерантность – это гармония в многообразии» [3, с. 133].

Россия прошла огромный путь от равнодушного отношения к лицам с особыми потребностями к пониманию необходимости получения достойного и качественного образования всеми людьми по их желанию, независимо от психического или физического состояния, от специальных учебных заведений – к интеграции и инклюзии.

Цель статьи – теоретически рассмотреть инклюзивное образование в контексте педагогики гуманизма и толерантности, дать характеристику педагогической толерантности как профессиональному качеству учителя, сформулировать основные требования к личности учителя, работающего в условиях инклюзивного образовательного пространства.

При написании статьи применялись методы анализа и обобщения психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования.

Вопросы оказания помощи ребёнку с особыми потребностями в выборе своего жизненного пути и эффективной интеграции в общество, преодолении социального паралича, недоверия и отчуждённости, возможности образования способствовать личностному развитию и раскрытию потенциальных возможностей детей с ограниченными возможностями давно являются предметом философской, педагогической и методологической рефлексии. Решение этих проблем состоит в разработке инновационных моделей развития жизненной и социальной компетентности, интеграции детей с особенностями развития в социум [1].

Среди инновационных проявлений в современной педагогике выделяют инклюзивное обучение детей с психофизическими нарушениями в общеобразовательных учреждениях [4].

Включение детей с особыми образовательными потребностями в общеобразовательную систему страны постепенно становится одним из приоритетных направлений гуманизации всей системы образования

и соответствует направлениям государственной политики Российской Федерации, в том числе и в социальной сфере. Образование для всех в нашей стране, в том числе и для лиц с ограниченными возможностями здоровья, постепенно становится не только возможным, но и доступным на всех возрастных этапах. Право на получение образования для всех без исключения людей с учётом их индивидуальных особенностей и возможностей прописано во многих нормативно-правовых актах. Чёткое определение понятия «инклюзивное образование» как «обеспечение равного доступа к образованию для всех обучающихся с учетом разнообразия особых образовательных потребностей и индивидуальных возможностей» дано в статье 2 (п. 27) Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ [5].

Определяя инклюзию в педагогике как процесс получения образования лицами с ограниченными возможностями здоровья в условиях общеобразовательного заведения, необходимо отметить, что это, прежде всего, система образовательных услуг, которая не только обеспечивает права детей на получение доступных им знаний, но и создаёт специальные условия для обучения и воспитания ребёнка в учреждении, учитывая особые потребности и индивидуальные возможности обучающегося [6, 7].

Являясь в настоящее время концептуально новой, в корне отличающейся от предшествующих, формой получения образования, инклюзия становится решением проблем социализации, дискриминации и изоляции, а также одним из направлений социальной защиты и социальной поддержки детей с ограниченными возможностями здоровья [4].

Учитывая разнообразные особенности всех и индивидуальные возможности каждого, инклюзивное обучение предполагает реализацию адаптированных образовательных и воспитательных программ, доступных всем обучающимся, в том числе и детям с особенностями в развитии. Такой подход даёт реальную возможность учащимся с ограниченными возможностями здоровья совместно и наравне с остальными членами коллектива активно участвовать не только в образовательном процессе, но и во внеклассных мероприятиях, что решает проблемы их социальной адаптации в среде сверстников [1]. Инклюзивное образование прививает уважение к людям с особыми потребностями и умение благожелательно воспринимать чужое мнение, возможность увидеть и оценить уникальность природы каждого человека [2].

Обучение детей с ограниченными возможностями в условиях инклюзивного образовательного пространства становится тенденцией установления атмосферы толерантности в образовании [8]. Это означает «уважение, принятие и правильное понимание богатого многообразия культур нашего мира, наших форм самовыражения и способов проявлений человеческой индивидуальности». «Проявление толерантности, которое созвучно уважению прав человека, не означает терпимого отношения к социальной несправедливости, отказа от своих или уступки чужим убеждениям. Это означает, что каждый свободен придерживаться своих убеждений и признает такое же право за другими» [3, с. 133]. Проблемы гуманизации и толерантности в образовательной среде становятся необходимыми в практике педагога, работающего в условиях инклюзии [8, 9].

Гуманизм – это система воззрений, признающая ценность человека как личности, его право на свободу, счастье, развитие и проявление своих способностей и возможностей. Это жизненная позиция, считающая благо человека критерием оценки социальных явлений, а принципы равенства, справедливости, человечности – желаемой нормой отношений в обществе [10].

Один из выдающихся представителей гуманистической психологии XX в. А. Маслоу высказал мнение, что когда изменяется философия человека, тогда изменяется всё общество в целом, том числе и философия образования. Он предположил, что, находясь сейчас в процессе такого изменения, мы начинаем формировать новый взгляд на человеческую природу как на целостную, единую и сложную психическую систему [11].

В этих глубоких, пророческих словах содержится квинтэссенция, сущность новой философии образования, педагогики, призванной раскрыть пути самоактуализации и самореализации личности, удовлетворение её материальных и духовных потребностей. Появляется возможность влиять на стержневое, внутреннее в человеке, то есть на то, чем он живёт, к чему стремится, какие пути выбирает, на его убеждения и ценности, на основе которых он пытается строить свой жизненный проект, определять свои жизненные ориентиры и кредо. Развивающийся человек должен сам себя создать, осмыслить собственную жизнь, овладеть искусством жизнестроительства [12].

Общая и коррекционная педагогика в этом процессе предоставляет исключительную роль личности учителя. В реализации инклюзивного образования участвуют

многие педагогические работники – воспитатель, тьютор, музыкальный руководитель, инструктор по ЛФК и другие специалисты. Однако основная роль в этом процессе принадлежит учителю. Аксиома, что педагог воспитывает не методами и приёмами, а своей личностью, выдвигает к профессиональной деятельности учителя инклюзивного класса, как к специалисту, работающему с детьми, имеющими особые образовательные потребности, особые требования [13]. Анализ практики специального образования свидетельствует, что личностные качества учителя в совокупности с глубокими профессиональными знаниями и умениями приобретают решающее значение в результативности коррекционной работы с детьми с особенностями психофизического развития [14].

В задачи коррекционного воспитания детей с ограниченными возможностями входят предупреждение и перевоспитание разнообразных недостатков характера и развития личности ребёнка. А следовательно, личность учителя имеет большое значение и в смысле психической гигиены, что в значительной мере определяет собою психическое состояние всего коллектива. Учитель должен об этом помнить и обязательно знать причины, формы и степени проявления возможных нарушений в коллективе. Только тогда отношение педагога с группой учащихся будет достаточно адекватным даже при всяком сильном проявлении отклонений в поведении учащихся [13]. Выдержка, терпение и умение довольствоваться небольшими постепенными успехами в коллективе детей с различными способностями и возможностями отличает педагога, работающего в инклюзивном классе [15].

Идея о том, что учитель общеобразовательного класса – ключ к успешной инклюзии учащихся с особыми образовательными потребностями настолько природная, что не требует доказательств. Без желания учителя действовать, без его заботы и эффективной практики инклюзия обречена на неудачу [16]. Истинный педагог одновременно со знаниями передаёт детям свой характер, предстаёт перед ними как образец, на который они захотели бы быть похожими. Для любого ребёнка знания, которые он получает от учителя, воспринимаются только через любовь и уважение к своему педагогу. Приобщение к моральным ценностям общества, освоение знаний возможно, только когда учитель становится для учащихся самым высоким авторитетом. Особенно это важно для детей, обучающихся в условиях инклюзивного образовательного пространства [17].

Следует отметить, что личностно-гуманная направленность педагогического процесса возможна лишь при соблюдении принципиальных требований, направленных на учёт психологических особенностей детей, имеющих проблемы в развитии. Эти требования, при которых педагогический процесс способствует налаживанию дружеских отношений детей природным путем, акцентируют внимание учащихся на нормы социального поведения, взаимоуважение во время общения с товарищами, учат детей не только сотрудничать и взаимно обмениваться услугами, но и дают им понять, что помощь должна быть своевременной [18, 19].

Реализация принципа толерантности в профессиональной деятельности учителя предполагает полное признание прав всех обучающихся на свою индивидуальность, свою точку зрения, на свободу и творчество, на возможность выбора способов самовыражения [20]. Но в то же время нельзя не помнить о важнейшем праве любого ребёнка на помощь педагога в любой проблемной ситуации. Это особенно необходимо для детей с ограниченными возможностями здоровья, когда индивидуальные особенности ребёнка могут привести к неприятию его сверстниками и, как следствие, к возможным конфликтам в коллективе [21, 22].

Педагогическая толерантность как профессиональное качество учителя проявляется в терпении, доверии, уважении, отсутствии неприязни, доброте, сдержанности, внимательности, отсутствии бестактности, в умении принимать, понимать и сочувствовать [23, 24].

Учитель инклюзивного класса – это деятельный, инициативный, энергичный, доброжелательный, тактичный, уверенный в успешной результативности своей профессиональной деятельности специалист, гуманно оценивающий роль человека с особыми потребностями в современном мире [25]. Учитель влияет на коллектив и внутренний климат в нём не только своим внешним видом, но и своим поведением, своими высказываниями. Содержание и способы словесного общения, качества голоса педагога, его речь, мимика и жесты в общении с детьми с ограниченными возможностями развития и их нормативно развивающимися сверстниками приобретают огромное значение [14].

Таким образом, можно сформулировать основные требования к личности учителя в контексте педагогики толерантности. Наиболее важными качествами профессионального характера педагога мы считаем:

– потребность в общении с детьми; в овладении специальными педагогическими знаниями, умениями и навыками; в проведении коррекционно-воспитательной работы с детьми; постоянном пополнении своих знаний, проведении педагогических исследований, профессиональном самовоспитании;

– социальную и профессионально-педагогическую направленность: гражданственность, социальную активность, увлечённость профессией, верность жизненным интересам детей с особыми потребностями, творчество в педагогической работе, уверенность в оптимистической перспективе коррекционного влияния, принципиальность, ответственность, профессиональную трудоспособность;

– в отношении к учащимся: доброту, любовь к детям, гуманизм, порядочность, эмпатию, справедливость, честность, требовательность, тактичность, товарищество;

– интеллектуальные качества: внимательность, наблюдательность, сообразительность, продуктивность памяти, критичность мышления; глубину, широту, логичность, прогностичность ума; педагогическую любознательность, творческое воображение;

– волевые качества: самообладание, целеустремлённость, настойчивость, решительность, дисциплинированность, сдержанность, личную организованность, инициативность;

– эмоциональные качества: уравновешенность, эмоционально-моторную стойкость, стеничность эмоций, эмоциональную выразительность;

– профессиональные качества: педагогический такт, образованность, педагогическое мастерство, новаторство, профессиональное самовоспитание, самопрезентацию, профессиональную честность и порядочность [14, 26].

Одной из острых проблем является подготовка (переподготовка) педагогов, в классах которых обучаются дети с особыми потребностями [15]. Учитель, реализующий практику инклюзивного образования, должен уметь определять как общие, так и конкретные задачи в учебно-воспитательном процессе обучения детей, имеющих различные типологические особенности, владеть системой профессиональных компетенций, используемых в коррекционной педагогике. Уметь анализировать и оценивать учебные достижения учащихся с особыми образовательными потребностями в процессе их обучения, развивать их познавательную деятельность, знать и уметь применять на практике принципы специального образования, предполагает необходимость организации специальной подготовки учителя,

работающего в инклюзивном образовательном пространстве [27].

Содержание такой подготовки должно охватывать:

- изучение психофизических возможностей детей с ограниченными возможностями здоровья (нарушениями физического, психического, речевого развития);

- определение и учёт уровня психофизического развития учащихся в учебно-воспитательном процессе;

- ознакомление со специфическими методами и приёмами обучения, доступными техническими и дидактическими средствами обучения;

- изучение норм и требований к организации и осуществлению процесса их обучения;

- ознакомление с особенностями сотрудничества с родителями, которые воспитывают ребёнка с ограниченными возможностями здоровья [14, 19].

Проблема интеграции лиц с ограниченными возможностями является общей для всех стран мира. Основные усилия общества направлены на решение проблемы диагностики и психического развития этой категории детей и в основном сосредоточены на том, как интенсифицировать процесс взаимной адаптации ребёнка и общества, в придании интеграции значения такого процесса, который в значительной мере способствует гуманизации общества [28].

Тем не менее важно утвердить мнение о том, что дети с особыми потребностями имеют право сполна воспользоваться возможностями современного общества и должны иметь возможность получать образование совместно со своими ровесниками. Необходимо глубоко осознать философию и технологию инклюзии, которая имеет принципиальное значение для расширения гуманистических горизонтов общеобразовательной школы.

Заключение

Обычное физическое включение детей с особыми образовательными потребностями в учебный процесс массовой общеобразовательной школы не является инклюзией. В этом случае обучение детей с нарушениями психофизического развития будет носить формальный характер, не учитывающий их индивидуальные особенности. У детей с нарушениями психофизического развития возникает необходимость приспособиться к требованиям всей системы образования, в целом остающейся неизменной, не адаптированной для обучения данной категории учащихся. Как следствие, эти учащиеся не смогут полноценно уча-

ствовать в общеобразовательном процессе и получать достойное образование в соответствии с их возможностями. Без создания специальных условий, учитывающих индивидуальные потребности каждого ребёнка, мотивация к обучению у детей будет резко снижена, учебные результаты постоянно будут ухудшаться. Только в процессе инклюзивного образования, используя личностно ориентированные методы обучения, возможна такая организация учебного процесса, в основе которого лежит индивидуальный подход к каждому учащемуся с учётом его особенностей развития [1, 4].

Для реализации идеи инклюзивного образования, основная цель которого – обеспечение доступного образования для всех детей независимо от их психофизических особенностей в соответствии с индивидуальными возможностями, необходима планомерная и систематическая работа над нравственным воспитанием учащихся, в результате которой возникает толерантность особого вида, в основе которой лежит признание и уважение к каждому человеку независимо от его способностей или убеждений [23].

Поставленная цель может быть достигнута учителем, обладающим личностной заинтересованностью и желанием работать в инклюзивном классе, способным к сочувствию и сопереживанию [14, 15, 26]. Только учитель, обладающий творческой активностью и гуманностью, проявляющейся в доброжелательности, готовности прийти на помощь, умении понять каждого ребёнка и установить с ним доверительные отношения, способен оценить роль человека с ограниченными возможностями в современном мире.

Список литературы

1. Алёхина С.В. Инклюзивное образование для детей с ограниченными возможностями здоровья // Современные образовательные технологии в работе с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья: монография. Красноярск, 2013. С. 71–95.
2. Шенгальц Е.В. Инклюзивное образование как наиболее приоритетное направление образования для детей с ограниченными возможностями здоровья // Омские социально-гуманитарные чтения: материалы VIII Международной научно-практической конференции (Омск, 24–26 марта 2015 г.). Омск: Издательство Омского государственного технического университета, 2015. С. 134–141.
3. Декларация принципов толерантности // Национальный психологический журнал. 2011. № 2 (6). С. 132–134.
4. Шенгальц Е.В. Инновации в образовании: инклюзивное образование детей с ограниченными возможностями здоровья и детей-инвалидов // Социальная работа – феномен цивилизованного общества: материалы VI Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием (Саранск, 20 ноября 2015 г.). Саранск: Издательство Индивидуальный предприниматель Афанасьев Вячеслав Сергеевич, 2015. С. 90.

5. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012). [Электронный ресурс]. URL: <https://duma.consultant.ru/page.aspx?1646176> (дата обращения: 02.05.2021).
6. Баранова Г.А. Развитие личности ребенка с ограниченными возможностями здоровья средствами безопасной инклюзивной образовательной среды // Вестник ГОУ ДПО ТО «ИПК и ППРО ТО». Тульское образовательное пространство. 2020. № 1. С. 7–9.
7. Пуйлова М.А., Шевелева Т.Е. Моделирование инклюзивной образовательной среды для детей с ограниченными возможностями здоровья // Модернизация современного профессионального образования в условиях бакалавриата и магистратуры: материалы Международной научно-практической конференции (Рязань, 24–25 октября 2013 г.). Рязань: Издательство Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, 2014. С. 412–416.
8. Кремнева Т.Л. Инклюзивное образование как шаг к развитию толерантности // Гуманитарные науки. 2018. № 2 (42). С. 11–15.
9. Ковалёва А.С., Пилипчук Л.С. Создание толерантной среды и формирование инклюзивной культуры участников образовательного процесса: некоторые теоретические и практические аспекты // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 4 (71). С. 266–268.
10. Шиянов Е.Н. Гуманизация педагогического образования: состояние и перспективы. М.: Ставрополь, 2001. 206 с.
11. Маслоу А. Новые рубежи человеческой природы. М.: Смысл: Альпина нон-фикшн, 2011. 425 с.
12. Абдурахманов Р.А. История психологии: идеи, концепции, направления. М.: НОУ ВПО Московский психолого-социальный институт, 2008. 326 с.
13. Винецкая А.В. Основы специальной педагогики: учеб. пособие / Под ред. Т.Ф. Ивановой. Таганрогский гос. пед. ин-т имени А.П. Чехова. Таганрог, 2012. 136 с.
14. Болдырева В.Э., Болдырев В.В. Профессиональная компетентность педагогов – основное условие обучения детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивного образования // Обучение и воспитание: методики и практика 2016/2017 учебного года: сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 27 января 2017г.). Новосибирск: Издательство Общества с ограниченной ответственностью «Центр развития научного сотрудничества», 2017. С. 56–61.
15. Алёхина С.В. Инклюзивное образование и психологическая готовность учителя // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология. 2012. № 4 (22). С. 117–127.
16. Бясюк А.С. К вопросу о профессиональной готовности педагога к работе в инклюзивной практике // Традиции и новации в профессиональной подготовке и деятельности педагога: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции (Тверь, 30–31 марта 2017 г.). Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2017. С. 157–161.
17. Суменкова А.М. Толерантность как ценностная основа инклюзивного профессионального образования // Образование и воспитание. 2017. № 5.1 (15.1). С. 50–55.
18. Амерханова Н.Э. Гуманизация образовательного процесса // Инновационные педагогические технологии: материалы III Международной научной конференции (Казань, октябрь 2015 г.). Казань: Издательство Бук, 2015. С. 11–14.
19. Шкатова Е.А. Теоретико-методологический аспект инклюзивного образования детей с ограниченными возможностями здоровья // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2018. № V5. С. 6–11.
20. Карманова Ж.А., Шкутина Л.А., Маженова Р.Б., Конхашева У.М., Алшинбаева Ж.Е. Толерантность – профессиональное качество современного педагога // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 10–1. С. 33–35.
21. Артемьева В. А. Анализ понятия «толерантность» в современной научной литературе // Молодой ученый. 2015. № 2 (82). С. 471–474.
22. Борытко Н.М. Введение в педагогику толерантности: учеб. пособие для ст-тов пед. вузов. Волгоград: Изд-во ВГИПК РО, 2006. 80 с.
23. Котелянец Ю.С. Характеристика толерантности как педагогического понятия // Педагогика: традиции и инновации: материалы III Международной научной конференции (Челябинск, апрель 2013 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2013. С. 156–160.
24. Оборина Е.В. Педагогический аспект феномена толерантности // Педагогическое мастерство: материалы I Международной научной конференции (Москва, апрель 2012 г.). М.: Буки-Веди, 2012. С. 27–29.
25. Писаревская М.А. Формирование толерантного отношения к детям с ограниченными возможностями в условиях инклюзивного образования. Краснодар: Краснодарский ЦНТИ, 2013. 132 с.
26. Шкутина Л.А., Рымханова А.Р., Мирза Н.В., Карманова Ж.А. Содержательная структура профессиональной компетентности педагогов в условиях инклюзивного образования // Научное обозрение. Педагогические науки. 2017. № 3. С. 130–136.
27. Солдатов Д.В. Инклюзия и интеграция как проблемы общего и коррекционного образования // Специальное образование: материалы IX Международной научной конференции (Санкт-Петербург, 24–25 апреля 2013 г.). Санкт-Петербург: Издательство: Автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2013. С. 332–335.
28. Богданова Т.Г., Степанова Н.А., Вовненко К.Б., Попова Т.М. Социальная адаптация, реабилитация и профессиональная ориентация лиц с ограниченными возможностями здоровья: учебник для студ. учреждений высш. образования / Под ред. Т.Г. Богдановой. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 240 с.