СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 10, 2020

ISSN 1812–7320

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

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

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции: 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 – 28.10.2020
Дата выхода номера – 29.11.2020

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

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

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 32,13
Тираж 1000 экз.
Заказ СНТ 2020/10
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

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
Баетов А.К., Бексултанов Ж.Т., Асанова Ж.К., Солтонкулова Ж.М. 9

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЛАДСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОВАРИАНТНЫХ РАСЧЕТОВ
Башарина О.Ю., Феоктистов А.Г. 17

ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЬ «УМНАЯ БУТЫЛЬ»
Бондаренко Д.С., Росляков А.В. 22

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ПРИБЛИЖЕННОЙ К ОПТИМУМУ НАЧАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТБОРА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ
Димитриев А.П. 27

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСЕВОГО СМЕЩЕНИЯ РОТОРА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ НА ВЕЛИЧИНУ ПРОТЕЧКИ ПАРА ЧЕРЕЗ ДИАФРАГМЕННОЕ УПЛОТНЕНИЕ СТУПЕНИ
Жинов А.А., Шевелев Д.В., Гридчин Н.В. 32

ПРИМЕНЕНИЕ DCOR-МОДЕЛИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ
Зарайченко И.А., Галимулина Ф.Ф., Лубнина А.А. 38

УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ
Малышев В.Н. 45

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОСОЗУБОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА
Иващенко А.П. 51

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО МОНИТОРИНГА КОРПОРАТИВНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ
Надеждин Е.Н., Роганов А.А. 57

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛОТНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПОТОКА ПРИ СФОРМИРОВАВШЕМСЯ ДВИЖЕНИИ В ОПРЕДЕЛЕННОМ НАПРАВЛЕНИИ
Наумова Н.А. 62

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО АНАЛОГА МЕТОДА НЬЮТОНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ
Никонов Э.Г., Казаков Д.С. 68

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА МОЩНОСТЬЮ 1,16 МВТ (КСГН-1,16)
Орумбаев Р.К., Кибарин А.А., Коробков М.С., Кумаргазина М.Б., Искаков Д.О., Жекенов Е.Л. 73

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА К ПЛАНИРОВАНИЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СОЦИАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СЕТИ
Сергеев А.Н. 78

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ПОСТРОЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ, СВЯЗЫВАЮЩИХ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
Скворцова М.И., Соломонова Е.В., Ратнов А.Г. 85

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ
Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Чернигов В.С. 93

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКА В НЕОДНОРОДНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
Тырсин А.Н., Масленников Д.Л. 101

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕНОБЕТОННОЙ СМЕСИ И ПЕНОБЕТОНА
Федоров В.И., Турантаев Г.Г. 108

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ВИХРЕВОГО НАСОСА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ РЕШЕТКИ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА
Чубаров Ф.Л., Ефремов К.М., Шитохина О.Г., Голиков А.С. 114

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

СТАТЬИ

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОГРАММИСТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Асейнова Ф.Э., Хрисанова Е.Г. 120

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕДАГОГОВ КАЗАХСТАНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ (РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)
Аушева И.У., Кабдыкаримова Ж.Ж., Рамазанов Р.Г. 125

БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕБЕНКА ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Бичева И.Б., Казначеева С.Н., Волкова Г.А., Степаненкова А.В. 130

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМИРОВАННОСТИ СТУДЕНТОВ О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ
Братцева О.А., Козырева Т.В., Спицина Е.В. 135

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСТРЕННОГО ПЕРЕХОДА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ НА ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ
Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А., Поборчий А.В. 140

КАФЕДРА ПЕДАГОГИКИ И ПСИХОЛОГИИ: НЕПРЕРЫВНОСТЬ, ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ, СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ РАЗВИТИЯ
Воскрекасенко О.А., Сергеева С.В. 148

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НОВОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УЧЕТОМ ИНЖЕНЕРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
Голянская С.А., Агейкина О.В. 153

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
Дударева О.Б., Борченко И.Д. 159

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧИТЕЛЯ В КРОСС–МНОГОМЕРНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ: ПОТЕНЦИАЛ И ЭФФЕКТЫ МУЛЬТИСРЕДОВОГО УРОКА
Елистратова К.А., Яцковец А.С. 166

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ФУТБОЛИСТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОПЕРАТИВНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
Зуйков Д.С., Ушаков В.В., Давыдов С.А. 171

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГОВ К РЕАЛИЗАЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С ДЕТЬМИ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Ильина Г.В., Тугулева Г.В. 177

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ
Казанцева Е.Ю. 182

ВОЗМОЖНЫЕ ФОРМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ
Курунина Г.М., Иванкина О.М., Перевалова Е.А. 187

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИИМЧИВОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА СРЕДСТВАМИ ТЬЮТОРСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ
Лавриненко Т.Д., Немцова М.В. 193

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИИ «В» ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ, ОБОРУДОВАННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОДАЧИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ
Литвинов А.В., Князев К.С., Колобашкин А.В., Антонов М.Е., Сычев А.Л. 199

РЕШЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ВУЗАХ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО МОДУЛЯ «СУДЕБНАЯ АВТОРОВЕДЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»
Макович Г.В. 204

ИССЛЕДОВАНИЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ
Морозов Н.А. 209

ИНТЕГРАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КУРСЕ ХИМИИ В РАМКАХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Нуштаева А.В. 214

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
Осипов М.В. 219

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Саитбаева Э.Р., Колганова М.В. 226

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОЯВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ В ДВИГАТЕЛЬНО-ИГРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Серых Л.В., Кондаков В.Л., Богачева Е.А. 232

СИСТЕМА РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ ПО ОБУЧЕНИЮ УЧАЩИХСЯ МЕТОДУ ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ ЗАДАЧИ
Тишкова С.А., Стефанова Г.П., Степанович Е.Ю., Коломин В.И. 237

ИЗ ОПЫТА СОЗДАНИЯ ВЕБ-КВЕСТА КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ
Фирер А.В., Мелешко Е.А., Сидоров В.В., Иванова Н.В., Падалко И.А., Безруких А.Д. 242

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
Ахмедьянова Г.Ф. 247

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

МНОГОУРОВНЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ
Пищухин А.М. 252

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

OPTIMUM CONTROL OF A QUASILINEAR OSCILLATORY SYSTEM WITH DISTRIBUTED PARAMETERS
Baetov A.K., Beksultanov Zh.T., Asanova Zh.K., Soltohkulova Zh.M. 9

PLANNING THE PROCESS OF WAREHOUSE OBJECT USE BASED ON PARAMETER SWEEP COMPUTATIONS
Basharina O.Yu., Feoktistov A.G. 17

INTERNET THING «SMART BOTTLE»
Bondarenko D.S., Roslyakov A.V. 22

ALGORITHM FOR FINDING CLOSE TO OPTIMUM AN INITIAL SELECTION SEQUENCE FOR SCHEDULE OPTIMIZATION
Dimitriev A.P. 27

INVESTIGATION OF EFFECT OF AXIAL DISPLACEMENT OF STEAM TURBINE ROTOR ON VALUE OF STEAM LEAKAGE THROUGH DIAPHRAGM SEAL OF STAGE
Zhinov A.A., Shevelev D.V., Gridchin N.V. 32

APPLICATION OF THE DCOR MODEL IN MODELING BUSINESS PROCESSES BASED ON SEMANTIC ANALYSES
Zaraychenko I.A., Galimulina F.F., Lubnina A.A. 38

STRENGTHENING OF WORKING SURFACES BY FRICTION STIR PROCESSING
Malyshev V.N. 45

RESEARCH OF THE STATIC STRENGTH OF A HELICAL CYLINDRICAL GEARWHEEL
Ivaschenko A.P. 51

PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE ACTIVE CORPORATE COMPUTER NETWORK MONITORING
Nadezhdin E.N., Roganov A.A. 57

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF DENSE PEDESTRIAN FLOW WITH FORMED MOTION IN A CERTAIN DIRECTION
Naumova N.A. 62

COMPUTATIONAL SCHEME FOR INCREASING THE STABILITY OF THE CONTINUOUS ANALOG OF THE NEWTON METHOD FOR THE SOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS
Nikonov E.G., Kazakov D.S. 68

EXPERIENCE IN OPERATING OF 1,16 MW STEEL HORIZONTAL HOT-WATER BOILER (KSGN-1,16)
Orumbayev R.K., Kibarin A.A., Korobkov M.S., Kumargazina M.B., Iskakov D.O., Zhekenov E.L. 73

IMPLEMENTATION OF A MODULAR APPROACH TO PLANNING THE INSTRUMENTAL RESOURCES OF A SOCIAL EDUCATIONAL NETWORK
Sergeev A.N. 78

ON SOME METHODS OF CONSTRUCTION OF NONLINEAR EQUATIONS, CONNECTING THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS
Skvortsova M.I., Solomonova E.V., Ratnov A.G. 85

LABORATORY CONTROL OF THERMOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL ELEMENTS DURING CONSTRUCTION, RECONSTRUCTION AND CONVERSION OF OBJECTS
Topchiy D.V., Yurgaitis A.Yu., Chernigov V.S. 93

A RISK MODELING IN HETEROGENEOUS STOCHASTIC SYSTEMS
Tyrsin A.N., Maslennikov D.L. 101

EVALUATION OF FACTORS, INFLUENCING THE CHARACTERISTICS OF FOAMED CONCRETE MIXTURE AND FOAMED CONCRETE
Fedorov V.I., Turantaev G.G. 108

RESEARCH OF LIQUID FLOW IN THE FLOWING PART OF THE VORTEX PUMP AT DIFFERENT DEPTH OF THE GUIDING LATTICE
Chubarov F.L., Efremov K.M., Shitokhina O.G., Golikov A.S. 114

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

ARTICLES

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL TRAINING OF PROGRAMMERS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION
Aseynova F.E., Khrisanova E.G. 120

PROFESSIONAL CAPACITY OF KAZAKHSTANI TEACHERS UNDER DISTANCE EDUCATION (THE RESULTS OF MONITORING STUDY)
Ausheva I.U., Kabdykarimova Zh.Zh., Ramazanov R.G. 125

PECULIARITIES OF FORMATION OF BASICS OF SAFE BEHAVIOR IN PRESCHOOL EDUCATION
Bicheva I.B., Kaznacheeva S.N., Volkova G.A., Stepanenkova A.V. 130

COMPARATIVE ANALYSIS OF STUDENTS‘AWARENESS ABOUT POSSIBILITIES OF SOCIAL ASSISTANCE
Brattseva O.A., Kozyreva T.V., Spitsina E.V. 135

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF EMERGENCY TRANSITION OF STUDENTS OF THE PREPARED FORM OF TRAINING TO DISTANCE FORM OF LEARNING AND DISTANCE FORM OF PUBLIC EXAMINATIONS
Bulat R.E., Baychorova Kh.S., Lebedev A.Yu., Nikitin N.A., Poborchiy A.V. 140

DEPARTMENT OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY: CONTINUITY, SUCCESSION, STRATEGIC ORIENTATIONS OF DEVELOPMENT
Voskrekasenko O.A., Sergeeva S.V. 148

DESIGNING THE CONTENT OF A NEW CHEMICAL DISCIPLINE TAKING INTO ACCOUNT THE ENGINEERING DIRECTION
Golyanskaya S.A., Ageykina O.V. 153

FEATURES OF PERFORMANCE ASSESSMENT DISTANCE EDUCATION FOR DISABLED CHILDREN IN CHELYABINSK REGION
Dudareva O.B., Borchenko I.D. 159

CROSS-MULTI-DIMENSIONAL SPACES AND ENVIRONMENTS AS FACTORS OF THE TEACHER’S PROFESSIONAL ACTIVITY
Elistratova K.A., Yatskovets A.S. 166

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF PHYSICAL PREPARATION OF FOOTBALL PLAYERS BASED ON THE DATA OF OPERATIONAL AND CURRENT CONTROL
Zuykov D.S., Uchakov V.V., Davydov S.A. 171

THE ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF TEACHERS' READINESS TO IMPLEMENT HEALTH SAVING TECHNOLOGIES WITH CHILDREN OF PRESCHOOL AGE
Ilina G.V., Tuguleva G.V. 177

CHEMICAL EXPERIMENT AT THE TECHNICAL UNIVERSITY
Kazantseva E.Yu. 182

POSSIBLE FORMS OF IMPROVING STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AT THE UNIVERSITY
Kurunina G.M., Ivankina O.M., Perevalova E.A. 187

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF UNIVERSITY STUDENTS ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT BY MEANS OF TUTORING SUPPORT
Lavrinenko T.D., Nemtsova M.V. 193

ACTUAL PROBLEMS OF TRAINING DRIVERS OF CATEGORY «B» VEHICLES FOR DRIVING VEHICLES EQUIPPED WITH DEVICES FOR GIVING SPECIAL LIGHT AND SOUND SIGNALS
Litvinov A.V., Knyazev K.S., Kolobashkin A.V., Antonov M.E., Sychev A.L. 199

THE SOLUTION OF INNOVATIVE TASKS IN UNIVERSITIES OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA BY INTRODUCING THE INTERDISCIPLINARY MODULE «AVTOZAVODSKAYA JUDICIAL EXAMINATION»
Makovich G.V. 204

RESEARCH OF SELF-DETERMINATION OF GRADUATES OF A GENERAL EDUCATION ORGANIZATION IN THE PROFESSIONAL SPHERE
Morozov N.A. 209

INTEGRATION OF VARIOUS KINDS OF ACTIVITIES IN THE COURSE OF CHEMISTRY IN SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION
Nushtaeva A.V. 214

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF METACOMPETENCE OF STUDENTS
Osipov M.V. 219

MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION COMPETENCE OF A TEACHER IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION
Saitbaeva E.R., Kolganova M.V. 226

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF MANIFESTATION OF SOCIAL SKILLS OF OLDER PRESCHOOLERS IN MOTOR AND GAME ACTIVITIES
Serykh L.V., Kondakov V.L., Bogacheva E.A. 232

SYSTEM OF THE TEACHER'S WORKIN TEACHING TO STUDENTS THE METHOD OF BUILDING PHYSICAL MODEL OF SITUATION IN PROBLEM-SOLVING
Tishkova S.A., Stefanova G.P., Stepanovich E.Yu., Kolomin V.I. 237

FROM THE EXPERIENCE OF CREATING A WEB QUEST AS A MEANS OF FORMING MATHEMATICAL LITERACY
Firer A.V., Meleshko E.A., Sidorov V.V., Ivanova N.V., Padalko I.A., Bezrukikh A.D. 242

RESEARCH OF DIGITALIZATION ELEMENTS IN EDUCATIONAL PROCESS
Akhmedyanova G.F. 247

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

MULTI-LEVEL CONTROL COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE
Pischukhin A.M. 252

СТАТЬИ

УДК 517.977

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Баетов А.К., Бексултанов Ж.Т., Асанова Ж.К., Солтонкулова Ж.М.

Киргизский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: bibosunovas@gmail.com

В данной статье исследуется задача оптимального управления распределенной колебательной системой, состояние которой описывается квазилинейным дифференциальным уравнением в частных производных гиперболического типа, а качество управления характеризуется интегральным функционалом, содержащим малый параметр. Используя асимптотические разложения обобщенного решения исходной начально-краевой задачи, описывающей управляемый колебательный процесс, исходная задача заменяется счетной системой обыкновенных дифференциальных уравнений, с соответствующими начальными условиями. Аналогичным разложением в ряд Фурье подынтегральной функции преобразуется функционал, оценивающий качество управления исходным колебательным процессом. Вместо счетной системы обыкновенных дифференциальных уравнений рассматривается укороченная система с соответствующим функционалом качества. А задача оптимального управления сформулируется для этой системы, т.е. будем искать управляющую функцию из допустимого класса управлений, которая вместе с решениями полученной укороченной системы обыкновенных дифференциальных уравнений минимизирует полученный функционал. Оптимальное управление строится согласно необходимому условию оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина, из функции Гамильтона. Выписывается каноническая система уравнений краевой задачи принцип максимума. Доказана сходимость приближения по функционалу, обеспечивающая оптимальность найденного управления. Также получены некоторые оценки по функционалу сколь угодной точности.

Ключевые слова: оптимальное управление, функционал качества, асимптотическое разложение, счетная система, принцип максимума, функция Гамильтона

OPTIMUM CONTROL OF A QUASILINEAR OSCILLATORY SYSTEM WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

Baetov A.K., Beksultanov Zh.T., Asanova Zh.K., Soltohkulova Zh.M.

Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: bibosunovas@gmail.com

This article researches the optimal control problem for a distributed oscillatory system, the state of which is described by a quasilinear partial differential equation of hyperbolic type, and the control quality is characterized by an integral functional containing a small parameter. Using asymptotic expansions of the generalized solution of the initial initial-boundary-value problem that describes the controlled oscillatory process, the original problem is replaced by a countable system of ordinary differential equations, with the corresponding initial conditions. By a similar expansion in the Fourier series of the integrand, the functional evaluating the quality of control of the initial oscillatory process is transformed. Instead of a countable system of ordinary differential equations, a shortened system with the corresponding quality functional is considered. In addition, the optimal control problem is formulated for this system, i.e. we will seek a control function from an admissible class of controls, which, together with the solutions of the obtained shortened system of ordinary differential equations, minimizes the resulting functional. Optimal control is constructed, according to the necessary optimality condition in the form of the Pontryagin maximum principle, from the Hamilton function. The canonical system of equations of the boundary value problem is written out, the maximum principle. The convergence of the approximation in the functional is proved, which ensures the optimality of the control found. Also obtained are some estimates on the functionality of how pleasing accuracy.

Keywords: Optimal control, quality functional, asymptotic expansion, counting system, maximum principle, Hamilton function

Многие колебательные процессы описываются нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных гиперболического типа. Поэтому задачи оптимального управления такими процессами всегда являются актуальными. В данной работе исследуется задача оптимального управления колебательной системой, описывающейся квазилинейным уравнением в частных производных гиперболического типа. Строится приближенное оптимальное управление. Доказана сходимость приближения по функционалу.

Цель исследования: исследовать задачу оптимального управления слабо управляемой квазилинейной системой с распределенными параметрами. Исследование состоит в том, чтобы построить приближенное оптимальное управление, доказать сходимость приближения по функционалу, получить оценки сколь угодной точности.

Рассмотрим задачу оптимального управления слабо управляемой квазилинейной системой с распределенными параметрами.

Пусть управляемый процесс описывается в области

$$Q = \{0 < x < 1,\ 0 < t < T\}$$

уравнением

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \varepsilon\, F\left(x,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right) \tag{1}$$

с начальными

$$u\left(x, 0\right) = \varphi\left(x\right),\ \frac{\partial\, u(x,0)}{\partial t} = \psi\left(x\right) \tag{2}$$

и граничными

$$u\left(0,\ t\right) = u\left(1,\ t\right) = 0 \tag{3}$$

условиями.

Здесь U(x, t) – функция, которая описывает рассматриваемый колебательный процесс, a – некоторая известная скалярная величина; ε – положительный малый параметр; F – некоторая непрерывная функция своих аргументов, определенная в области $\overline{Q} = Q \otimes Q \otimes Q \otimes Q \otimes Q$, где $\overline{Q} = \left\{0 \le x \le 1, 0 \le t \le T\right\}$; p(x, t) – управляющая функция из некоторого класса допустимых управлений.

Следуя [1; 2], обозначим через $\dot{W}_2^1(Q)$ замыкание в норме $W_2^1(Q)$ множества всех непрерывно дифференцируемых в Q функций, равных нулю вблизи границы множества Q, а через $\dot{\tilde{W}}_2^1(Q)$ – элементы из $\dot{W}_2^1(Q)$, равные нулю при t = T.

Обобщенным решением смешанной задачи (1)–(3) называется [3–5] такая функция u(x, t), которая принадлежит пространству $\dot{W}_2^1(Q)$ и удовлетворяет интегральному тождеству

$$\iint\limits_{Q}\left[\frac{\partial u}{\partial t}\,\frac{\partial \Phi}{\partial t} - a^2 \frac{\partial u}{\partial x}\,\frac{\partial \Phi}{\partial x} + \varepsilon\, F\, \Phi\right] dQ + \int\limits_0^1 \psi\, \Phi\big|_{t=0}\ dx = 0 \tag{4}$$

для любой функции $\Phi \in \dot{\tilde{W}}_2^1(Q)$. При этом первое условие (2) понимается в том смысле, что

$$\int\limits_0^1 \left[u\left(x,\ \Delta t\right) - \varphi(x)\right]\ dx \to 0 \ \text{ при } \Delta t \to 0. \tag{5}$$

Теперь сформулируем задачу оптимального управления: найти допустимое управление $p^0(x, t)$ и соответствующее ему обобщенное решение u(x, t) смешанной задачи (1)–(3), на которых функционал

$$J[p] = \varepsilon \iint\limits_{Q} F^0\left(x,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right) dQ \tag{6}$$

принимает наименьшее возможное значение.

Будем предполагать в (1), (2), (6), что $\varphi(x) \in \dot{W}_2^1[0,1]$, $\psi(x) \in L_2[0,1]$ и $F \in L_2(\overline{Q})$. Также предположим, что функции $F(x, t, u, u_t, u_x, p)$ и $F^0(x, t, u, u_t, u_x, p)$, входящие в правую часть уравнения (1) и в функционал (6), удовлетворяют условиям [6].

$$F\left(0,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right) = F\left(1,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right)$$

$$F^0\left(0,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right) = F^0\left(1,\ t,\ u,\ u_t,\ u_x,\ p\right). \tag{7}$$

Рассмотрим невозмущенное уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \tag{8}$$

при тех же начальных и граничных условиях (2), (3).

Известно, что при вышеприведенных предположениях существует счетная система положительных собственных чисел $\{\lambda_k\}$ (k = 1, 2, …) и соответствующая ей полная ортонормированная система обобщенных собственных функций $\{X_k(x)\}$, а единственное обобщенное решение смешанной задачи (8), (2), (3) можно представить в виде ряда

$$u(x,\ t)=\sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k\cos\omega_k t+B_k\sin\omega_k t\right]X_k(x), \tag{9}$$

где ω_k = а λ_k – частоты нормальных колебаний, $\lambda_k=\frac{k\Pi}{e}$,

$A_k=\int_0^1\varphi X_k dx,\ B_k=\frac{1}{\lambda_k}\int_0^1\psi X_k dx\,(k=1,2,\ldots)$. Так как система обобщенных собственных функций $\{X_k(x)\}$ полна в $L_2[0,\ 1]$ и $W_2^1[0,1]$ для любых функций $\varphi(x)\in W_2^1[0,1]$ и $\psi(x)\in L_2[0,1]$ их ряды Фурье по этой системе сходятся в $\dot{W}_2^1[0,1]$ и $L_2[0,\ 1]$ соответственно к самим функциям.

В связи с малостью возмущений форма колебаний возмущенной системы определяется с достаточной точностью теми же обобщенными собственными функциями $X_k(x)$, что и форма колебаний невозмущенной системы.

Решение возмущенного уравнения (1) ищем в виде ряда [7; 8]

$$u(x,\ t,\ \varepsilon)=\sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k(t,\ \varepsilon)\cos\omega_k t+B_k(t,\ \varepsilon)\sin\omega_k t\right]X_k(x), \tag{10}$$

где $A_k(t,\ \varepsilon)$, $B_k(t,\ \varepsilon)$, (k = 1, 2,…) – неизвестные функции, подлежащие определению; $X_k(x)$, (k = 1, 2,…) – обобщенные собственные функции краевой задачи.

$$X''(x)+\lambda^2X(x)=0,$$

$$X(0)=0\qquad X(1)=0.$$

Предположим, что [9–11]

$$\frac{\partial u}{\partial t}=\sum_{k=1}^{\infty}\omega_k\left[-A_k(t,\ \varepsilon)\sin\omega_k t+B_k(t,\ \varepsilon)\cos\omega_k t\right]X_k(x)$$

и функция

$$f(x,\ t,\ A,\ B,\ p)=F\Bigg[x,\ t,\sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k\cos\omega_k t+B_k\sin\omega_k t\right]X_k(x),$$

$$\sum_{k=1}^{\infty}\omega_k\left[-A_k\sin\omega_k t+B_k\cos\omega_k t\right]X_k(x),$$

$$\sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k\cos\omega_k t+B_k\sin\omega_k t\right]X_k'(x),\ \sum_{k=1}^{\infty}P_k(t)\,X_k(x)\Bigg] \tag{11}$$

разлагается в ряд Фурье по обобщенным собственным функциям $X_k(x)$ (k = 1, 2,…):

$$f(x,\ t,\ A,\ B,\ p)=\sum_{k=1}^{\infty}f_k(t,\ A,\ B,\ p)X_k(x), \tag{12}$$

где $f_k(t, A, B, p)$ – коэффициент Фурье.

$$f_k(\ t,\ A,\ B,\ p)=\frac{2}{1}\int_0^1 f(x,\ t,\ A,\ B,\ p)X_k(x)dx. \tag{13}$$

Тогда для определения неизвестных функций $A_k(t, \varepsilon)$ и $B_k(t, \varepsilon)$ получим счетную систему обыкновенных дифференциальных уравнений

$$A_k = -\frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k\left(t, A, B, p\right) \sin\omega_k t,$$

$$B_k = \frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k\left(t, A, B, p\right) \cos\omega_k t, \qquad (14)$$

$$k = 1, 2, \ldots .$$

Как было отмечено выше, функции $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ разлагаются в ряд Фурье по обобщенным собственным функциям $X_k(x)$

$$\varphi(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k X_k(x), \ \psi(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \psi_k X_k(x) \qquad (15)$$

с коэффициентами Фурье

$$\varphi_k = \frac{2}{1}\int_0^1 \varphi(x) X_k(x) dx, \ \psi_k = \frac{2}{1}\int_0^1 \psi(x) X_k(x) dx, \qquad (16)$$

и эти ряды (15) сходятся к самим функциям $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ соответственно.

Отсюда для однозначного определения неизвестных функций $A_k(t, \varepsilon)$ и $B_k(t, \varepsilon)$ в (14) будем иметь начальные условия

$$A_k(0, \varepsilon) = \varphi_k \quad B_k(0, \varepsilon) = \frac{\psi_k}{\omega_k}. \qquad (17)$$

При аналогичном разложении в ряд Фурье подынтегральной функции F^0 по обобщенным собственным функциям $X_k(x)$ функционал (6), оценивающий качество управления исходным колебательным процессом, преобразуется к виду

$$J_1(P) = \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} f_k^0\left(t, A, B, p\right) dt, \qquad (18)$$

где

$$f_k^0\left(t, A, B, p\right) = \frac{2}{1}\int_0^1 f_k^0\left(x, t, A, B, p\right) X_k(x) dx \qquad (19)$$

коэффициенты Фурье разложения в ряд функции

$$f^0\left(x, t, A, B, p\right) = F^0\left[x, t, \sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k \cos\omega_k t + B_k \sin\omega_k t\right] X_k(x),\right.$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \omega_k \left[-A_k \sin\omega_k t + B_k \cos\omega_k t\right] X_k(x),$$

$$\left.\sum_{k=1}^{\infty}\left[A_k \cos\omega_k t + B_k \sin\omega_k t\right] X_k'(x), \ \sum_{k=1}^{\infty} P_k(t) X_k(x)\right]$$

по обобщенным функциям $X_k(x)$.

Вместо счетной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (14) рассмотрим укороченную систему

$$\dot{A}_{kn} = -\frac{\varepsilon}{\omega_k} f_{kn}\left(t,\ A_n,\ B_n,\ P_n\right)\sin\omega_k t,$$

$$\dot{B}_{kn} = \frac{\varepsilon}{\omega_k} f_{kn}\left(t,\ A_n,\ B_n,\ P_n\right)\cos\omega_k t, \qquad (20)$$

$$k = 1, 2, \ldots n.$$

с начальными условиями

$$A_{kn}\left(0,\ \varepsilon\right) = \varphi_k\ B_k\left(0,\ \varepsilon\right) = \frac{\psi_k}{\omega_k},\ k = 1, 2, \ldots n, \qquad (21)$$

где

$$f_{kn}\left(t,\ A_n,\ B_n,\ P_n\right) = f_k\left(t,\ A_1, \ldots,\ A_n, 0, \ldots,\ B_1, \ldots,\ B_n, 0, \ldots,\ P_1, \ldots, P_n, 0, \ldots\right),$$

а вместо функционала (18) рассмотрим функционал

$$J_n\left(P\right) = \varepsilon\int_0^T \sum_{k=1}^n f_{kn}^0\left(t,\ A_n,\ B_n,\ P_n\right)dt, \qquad (22)$$

где

$$f_{kn}^0\left(t,\ A_n,\ B_n,\ P_n\right) = f_k^0\left(t,\ A_1, \ldots,\ A_n, 0, \ldots,\ B_1, \ldots,\ B_n, 0, \ldots,\ P_1, \ldots, P_n, 0, \ldots\right).$$

Рассмотрим функцию

$$u\left(x,\ t,\ \varepsilon\right) = \sum_{k=1}^n \left[A_{kn}(t,\ \varepsilon)\cos\omega_k t + B_{kn}(t,\ \varepsilon)\sin\omega_k t\right] X_k\left(x\right), \qquad (23)$$

где $A_{kn}(t, \varepsilon)$, $B_{kn}(t, \varepsilon)$ есть решение системы (20) начальным условием (21) при каждом фиксированном P. Определенную таким образом функцию u(x, t, ε) назовем приближенным обобщенным решением смешанной задачи (1)–(3).

Теперь вместо сформулированной выше задачи оптимального управления (1)–(3), (6) будем решать другую задачу оптимального управления, т.е. будем искать управляющую функцию P на класс допустимых управлений, которая вместе с решениями системы

$$\dot{A}_k = -\frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k\left(t,\ A,\ B,\ P\right)\sin\omega_k t,$$

$$\dot{B}_k = \frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k\left(t,\ A,\ B,\ P\right)\cos\omega_k t, \qquad (24)$$

$$k = 1, 2, \ldots n$$

с начальными условиями

$$A_k\left(0,\ \varepsilon\right) = \varphi_k\ ,\ B_k\left(0,\ \varepsilon\right) = \frac{\psi_k}{\omega_k},\ k = 1, 2, \ldots n \qquad (25)$$

минимизирует функционал

$$J_n\left(P\right) = \varepsilon\int_0^T \sum_{k=1}^n f_k^0\left(t,\ A, B,\ P\right)dt, \qquad (26)$$

где $A = \{A_1, \ldots.., A_n\}$, $B = \{B_1, \ldots.., B_n\}$, $P = \{P_1, \ldots.., P_n\}$.

Согласно необходимому условию оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина [5; 10; 14] составим функцию Гамильтона H

$$H\left(\xi(t),\ \eta(t),\ A(t),\ B(t),\ t,\ P^0(t),\ \varepsilon\right) = \max_P H\left(\xi(t),\ \eta(t),\ A(t),\ B(t),\ t,\ P(t),\ \varepsilon\right), \quad (27)$$

где H имеет вид

$$H = \varepsilon\left[-\left(\xi_k, \frac{f_k}{\omega_k}\sin\omega_k t\right) + \left(\eta_k, \frac{f_k}{\omega_k}\cos\omega_k t\right) + \sum_{k=1}^{n} f_k^0\right], \quad (28)$$

где $\xi_k(t)$, $\eta_k(t)$, (k = 1, 2,…, n) – сопряженные функции и функциям $A_k(t)$ и $B_k(t)$ соответственно, которые удовлетворяют отношениям

$$\frac{d\xi_k}{dt} = -\frac{\partial H^*}{\partial A_k},$$

$$\frac{d\eta_k}{dt} = -\frac{\partial H^*}{\partial B_k}, \quad (29)$$

где

$$H^* = \varepsilon\left[-\left(\xi_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\sin\omega_k t\right) + \left(\eta_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\cos\omega_k t\right) + \sum_{k=1}^{n} f_k^{0*}\right],$$

$$f_k^* = f_k\left(t,\ A,\ B,\ P^0\left(t,\ A,\ B,\ \xi,\ \eta\right)\right),$$

$$f_k^{0*} = f_k^0\left(t,\ A,\ B,\ P^0\left(t,\ A,\ B,\ \xi,\ \eta\right)\right), \quad (30)$$

а оптимальное управление

$$P^0 = P^0\left(t,\ A,\ B,\ \xi,\ \eta\right)$$

определяется из (27).

Предполагая, что функции f^* и f^{0*} обладают необходимыми свойствами гладкости, окончательно имеем каноническую систему уравнений краевой задачи принципа максимума

$$\dot{A}_k = -\frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k^*\left(t,\ A,\ B,\ \xi,\ \eta\right),$$

$$\dot{B}_k = \frac{\varepsilon}{\omega_k} f_k^*\left(t,\ A,\ B,\ \xi,\ \eta\right),$$

$$\dot{\xi}_k = -\varepsilon\frac{\partial}{\partial A}\left[-\left(\xi_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\sin\omega_k t\right) + \left(\eta_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\cos\omega_k t\right) + \sum_{k=1}^{n} f_k^{0*}\right],$$

$$\dot{\eta}_k = -\varepsilon\frac{\partial}{\partial B}\left[-\left(\xi_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\sin\omega_k t\right) + \left(\eta_k, \frac{f_k^*}{\omega_k}\cos\omega_k t\right) + \sum_{k=1}^{n} f_k^{0*}\right] \quad (32)$$

с начальными

$$A_k(0,\ \varepsilon) = \varphi_k \quad B_k(0,\ \varepsilon) = \frac{\psi_k}{\omega_k}$$

и краевыми

$$\sum_{k=1}^{n} \xi_k(T) q^k + \xi_{n+1}(T) = 0; \quad \sum_{k=1}^{n} \eta_k(T) q^k + \eta_{n+1}(T) = 0; \tag{33}$$

условиями, получаемыми из условия трансверсальности [5; 6].

Здесь q_v^k – постоянный вектор, который исключается при решении краевой задачи (32), (25), (33).

Пусть теперь P^0 есть оптимальное управление для задачи (24)–(26), а P^* есть оптимальное управление для задачи (14), (17), (18). Также предположим, что коэффициенты Фурье (19) удовлетворяют условию $\left|f_k^0(t,\ A,\ B,\ P)\right| \le \lambda_k$ (k = 1, 2,…), где λ_k образуют сходящийся числовой ряд $\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k$. Тогда, очевидно, имеет место неравенство

$$J_n(P^*) - J_n(P^0) \ge 0.$$

Отсюда согласно неравенству (1.10) в [12] имеем

$$J_1(P^0) - J_1[P^*] \le J_1[P^0] - J_n(P^0). \tag{34}$$

Оценим правую часть неравенства (34)

$$\left|J_1(P^0) - J_n(P^0)\right| = \left|\varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)dt - \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{n} f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)dt\right| \le$$

$$\le \varepsilon \int_0^T \left|\sum_{k=1}^{\infty} f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0) - \sum_{k=1}^{n} f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)\right| dt =$$

$$= \varepsilon \int_0^T \left|\sum_{k=n+1}^{\infty} f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)\right| dt \le \varepsilon \int_0^T \sum_{k=n+1}^{\infty} \left|f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)\right| dt.$$

Согласно сделанному выше предположению получим

$$\varepsilon \int_0^T \sum_{k=n+1}^{\infty} \left|f_k^0(t,\ A,\ B,\ P^0)\right| dt \le \varepsilon T \sum_{k=n+1}^{\infty} \alpha_k.$$

По признаку сходимости числового ряда $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k$ имеем

$$\varepsilon T \sum_{k=n+1}^{\infty} \lambda_k < \varepsilon T \delta,$$

где $\delta > 0$ малая const. Отсюда окончательно получим оценку

$$\left|J_1(P^0) - J_1[P^*]\right| \le \varepsilon \delta T.$$

Теперь находим предел при $n \to \infty$

$$\lim_{n\to\infty} \max_{P} \left| J_n[P] - J_1[P] \right| =$$

$$= \lim_{n\to\infty} \max_{P} \left| \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{n} f_k^0(t, A, B, P)dt - \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} f_k^0(t, A, B, P)dt \right| =$$

$$= \max_{P} \left| \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} f_k^0(t, A, B, P)dt \right| - \left| \varepsilon \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} f_k^0(t, A, B, P)dt \right| = 0,$$

т.е.

$$\lim_{n\to\infty} \max_{P} \left| J_n[P] - J_1[P] \right| = 0.$$

Тогда на основании теоремы 2 в [12–14] имеем сходимость

$$\lim_{n\to\infty} J_n\left[P^0\right] = J_1\left[P^*\right],$$

что и требовалось доказать.

Заключение

С помощью асимптотического разложения исходная краевая задача оптимального управления приведена к счетной системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Для приближенного оптимального управления выписана каноническая система уравнений краевой задачи принципа максимума. Доказана сходимость приближения по функционалу и получены некоторые оценки.

Список литературы

1. Баетов А.К. Приближенные решения задач нелинейной оптимизации колебательных процессов: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Бишкек, 2014. 127 с.

2. Ладыженская О.А. Смешанная задача для гиперболического уравнения. М.: Гостехиздат, 1953. 280 с.

3. Алексеев Г.В. Оптимизация в стационарных задачах тепломассопереноса и магнитной гидродинамики. М.: Научный мир, 2010. 411 с.

4. Керимбеков А.К., Баетов А.К. О разрешимости одной задачи нелинейной оптимизации колебательных процессов // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. 2012. Вып. 44. С. 114–117.

5. Соболев С.И. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Л.: Изд. ЛГУ, 1950. 251 с.

6. Черноусько Ф.Л., Соколов Б.М. Управление колебаниями. М.: Наука, 1980. 384 с.

7. Баетов А.К. Приближенное решение задачи нелинейной оптимизации колебательных процессов // Вестник Кыргызско-Российский Славянский Университет. 2014. С. 153–157.

8. Егоров А.И., Знаменская Л.Н. Об управляемости упругих колебаний последовательно соединенных объектов с распределенными параметрами // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2011. Т. 17. № 1. С. 85–92.

9. Рапопорт Э.Я., Плешивцева Ю.Э. Оптимальное управление температурными режимами индукционного нагрева. М.: Наука, 2012. 309 с.

10. Рогожников А.М. Исследование смешанной задачи, описывающей процесс колебаний стержня, состоящего из нескольких участков, при условии совпадения времени прохождения волны по каждому из этих участков // Доклады РАН. 2011. Т. 441. № 4. С. 449–451.

11. Рогожников А.М. Оптимальное управление продольными колебаниями составных стержней с равным временем прохождения волны по каждому из участков // Дифф. уравнения. 2013. Т. 49. № 5. С. 633–642.

12. Распопов Б.М. Оценка эффективности управления по упрощенной модели объекта. Фрунзе: Илим, 1975. 72 с.

13. Керимбеков А.К., Баетов А.К., Гильмутдинов Р.Д. Оптимальное управление упругими колебаниями, описываемыми уравнением с разрывным коэффициентом // Вестник Кыргызско-Российский Славянский Университет. 2010. С. 179–183.

14. Керимбеков А.К., Карабакиров К.Р. Приближенное решение задачи нелинейной оптимизации колебательных процессов при подвижном точечном управлении // Вестник Кыргызско-Российский Славянский Университет. 2012. С. 161–164.

УДК 004.942

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЛАДСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОВАРИАНТНЫХ РАСЧЕТОВ

Башарина О.Ю., Феоктистов А.Г.

ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН», Иркутск, e-mail: basharinaolga@mail.ru

В настоящее время многие складские комплексы сталкиваются с проблемой рационального планирования использования своих объектов. Это особенно характерно, например, для целого класса хладокомбинатов советской эпохи, расположенных на всем протяжении Транссибирской железнодорожной магистрали и по-прежнему представляющих существенную долю на российском рынке холодильных услуг. Актуальность данной проблемы обусловлена увеличением сложности и динамики бизнеса компаний как регионального, так и национального масштаба, которые нуждаются в постоянном или временном использовании складских помещений различного назначения с широким спектром эксплуатационных характеристик. При этом требования клиентов могут изменяться непредсказуемо. Таким образом, возникает необходимость разработки методов и средств, которые позволили бы оперативно оценивать и гибко модифицировать использование складских объектов. В общем случае такая задача является NP-трудной. Она требует применения высокопроизводительных вычислений. В связи с этим в статье представлено специализированное приложение, разработанное для решения вышеупомянутой задачи. Рассмотрена схема базы данных, а также научный рабочий процесс, реализующий план решения задачи. Результаты практического применения приложения позволили существенно повысить эффективность складских объектов.

Ключевые слова: склад, использование помещений, моделирование, многовариантные расчеты, высокопроизводительные вычисления

PLANNING THE PROCESS OF WAREHOUSE OBJECT USE BASED ON PARAMETER SWEEP COMPUTATIONS

Basharina O.Yu., Feoktistov A.G.

Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, Irkutsk, e-mail: basharinaolga@mail.ru

Nowadays, many warehouses are faced with the problem of rational planning warehouse space utilization. For example, this is especially true for a whole class of Soviet-era refrigeration complexes located along the entire length of the Trans-Siberian railway and still representing a significant share in the Russian refrigeration market. The relevance of this problem is due to the increase in the complexity and dynamics of the business of companies of both the regional and national scales, which require permanent or temporary use of warehouse facilities for various purposes with a large spectrum of operational characteristics. At the same time, customer requirements can change at unpredictable times. Thus, there is a need to develop methods and tools that would make it possible to quickly evaluate and flexibly modify warehouse space utilization. In general, such a problem is NP-hard. It requires high-performance computing. In this regard, we represent a specialized application developed to solve the aforementioned problem. The database schema and scientific workflow that implements the problem-solving are considered. The results of practical applying the application made it possible to significantly increase the efficiency of warehouse space.

Keywords: warehouse, space utilization, modeling, parameter sweep computations, high-performance computing

Рост товаропотребления оказывает существенное влияние на складской сектор в экономике. Склады являются важными компонентами в цепочках поставок товаров. Повышение эффективности их использования является насущной проблемой любого современного склада. Необходимость оптимизации использования складских объектов возникает как на стадии проектирования складов, так и в процессе их эксплуатации [1].

Склады предназначены для приема, частичной обработки, хранения, сортировки и распространения продукции. Основными задачами оптимизации работы складов являются повышение их производительности и снижение затрат на предоставляемые ими услуги. Большое число изменяющихся во времени структурных и параметрических особенностей складских процессов, которые оказывают непосредственное влияние на показатели производительности и стоимости складских операций, чрезвычайно увеличивают вычислительную сложность решения задачи оптимизации использования складских помещений [2]. Это в свою очередь ведет к необходимости методов и средств решения задачи, обеспечивающих применение высокопроизводительных вычислительных ресурсов [3]. В современных системах моделирования складской логистики [4–7], доступных для массового применения при решении научных и прикладных задач, такие возможности, как правило, ограничены.

Целью исследования является разработка методов и средств планирования использования складских объектов. Методы и средства, разрабатываемые для решение данной задачи, базируются на применении многовариантных расчетов с использованием высокопроизводительных вычислений. Они реализуются в виде специализированного приложения и обеспечивают возможность оперативного проведения экспериментов.

Приложение для планирования использования складских объектов

Процесс моделирования склада включает два основных этапа. На первом этапе решается прямая задача выбора стратегии управления складскими операциями и оптимизации основных показателей работы склада путем исследования его аналитической модели с использованием распределенных вычислений для проведения многовариантных расчетов. На следующем этапе решается обратная задача, заключающаяся в определении параметров выполнения складских операций с учетом найденных оптимальных показателей работы склада и выбранных стратегий управления им.

Выбранная стратегия управления обуславливает формирование расписания обслуживания клиентов. В качестве исходных данных для генерации различных вариантов расписаний обслуживания клиентов в процессе моделирования используются ретроспективные данные о работе склада.

Многокритериальная оптимизация выполняется с использованием статистических данных, получаемых путем воспроизведения работы склада во времени с помощью имитационного моделирования с сохранением логической структуры, связей между событиями и последовательности протекания их во времени. Моделирование выполняется с учетом большого числа технологических характеристик процесса функционирования моделируемого объекта. Результаты моделирования фиксируются в базе расчетных данных и обрабатываются в дальнейшем с помощью различных универсальных и/или специализированных статистических пакетов. На рис. 1 приведен пример схемы базы данных с описанием предметной области (процессов работы склада).

В схеме базы данных выделены следующие основные таблицы:

– Table1 – данные о клиенте (поля: наименование, уровень обслуживания);

– Table2 – уровни обслуживания клиентов (поля: наименование, стоимость погрузочно-разгрузочных работ, стоимость хранения, минимальный объем хранения);

– Table3 – температурный режим (поля: наименование, температура, влажность);

– Table4 – товарные зоны (поля: наименование);

– Table5 – сведения о складских помещениях (поля: наименование, температурный режим, площадь, высота, кладовщик);

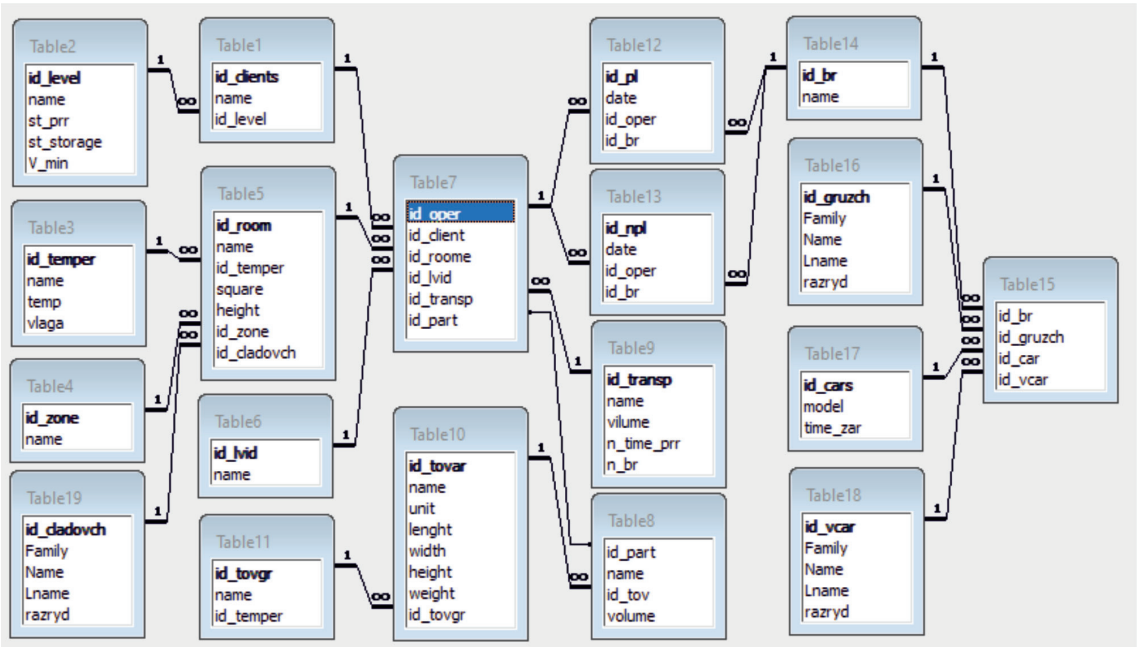


Рис. 1. Схема базы данных с описанием предметной области

– Table6 – вид логистической операции (поля: наименование);

– Table7 – сведения о входных и выходных материальных потоках (поля: партия, клиент, помещение, вид транспортного средства, вид логистической операции);

– Table8 – партия товара (поля: наименование, товар, объем);

– Table9 – данные о видах транспортных средств (поля: наименование, грузоподъемность, норма времени проведения погрузочно-разгрузочных работ, требуемое число бригад);

– Table10 – данные о товаре (поля: наименование, единица измерения, длина, ширина, высота упаковки, товарная группа);

– Table11 – данные о товарной группе (поля: наименование, температурный режим);

– Table12 – сведения о плановых заявках (поля: дата/время, логистическая операция, назначенная бригада);

– Table13 – сведения о случайных заявках (поля: дата/время, логистическая операция, бригада);

– Table14 – сведения о бригадах рабочих (поля: наименование);

– Table15 – состав бригады (поля: грузчики, электропогрузчики, водители);

– Table16 – сведения о грузчиках (поля: фамилия, имя, отчество, разряд);

– Table17 – сведения об электропогрузчиках (поля: модель, время зарядки аккумулятора);

– Table18 – сведения о водителях (поля: фамилия, имя, отчество, разряд);

– Table19 – сведения о кладовщиках (поля: фамилия, имя, отчество, разряд).

Схема расчетной базы данных включает следующие таблицы (рис. 2):

– Table20 – сведения о вычислительном эксперименте (поля: имя модели, время начала, время окончания, время выполнения, входные и выходные параметры, используемый вычислительный ресурс, метод многокритериального выбора);

– Table21 – расчетные значения параметров складских помещений (поля: вычислительный эксперимент, складское помещение, температура, влажность);

– Table22 – расчетные значения параметров товаров (поля: вычислительный эксперимент, клиент, товар, количество, складское помещение).

В базе расчетных данных хранится информация обо всех экспериментах. При подготовке расчетов можно загружать данные предыдущего эксперимента, корректировать и использовать их в новом эксперименте. База расчетных данных определенный период времени содержит текущую информацию о работе склада. Затем она переводится в статус ретроспективной информации. Так как она характеризуется большими размерами, предполагается использовать циклическую базу данных, в которой информация о процессах и объектах усредняется и сжимается по прошествии определенных периодов времени. Данная информация будет собираться и обрабатываться специализированной системой мониторинга инфраструктурных объектов, представленной в [8].

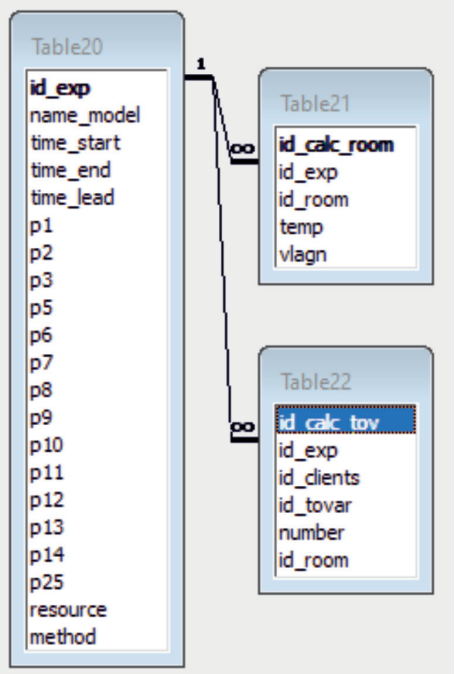


Рис. 2. Схема расчетной базы данных

Приложение для моделирования складских процессов разработано с помощью системы Orlando Tools (OT) [8]. OT применяется для разработки специального класса приложений, которые обеспечивают возможность параллельной обработки структур данных в процессе проведения многовариантных расчетов при решении прикладных задач математического моделирования в разнородных вычислительных средах. В рассматриваемом приложении описание предметной области включает следующие параметры:

– p_1 – складские помещения для хранения товаров;

– p_2 – товарные зоны;

– p_3 – клиенты склада;

– p_4 – удовлетворительные уровни обслуживания клиентов;

– p_5 – складские операции;

– p_6 – транспортные средства;

– p_7 – технические средства;
– p_8 – товары;
– p_9 – товарные группы;
– p_{10} – критерии работы склада;
– p_{11} – показатели работы склада;
– p_{12} – количественные ограничения на пропускную способность склада;
– p_{13} – критерии расписания обслуживания клиентов;
– p_{14} – информация о текущем состоянии складских объектов;
– p_{15} – мощность освоенных услуг (текущих и завершенных);
– p_{16} – затраты на обеспечение услуг;
– p_{17} – оценка потенциальной мощности услуг;
– p_{18} – расписания обслуживания клиентов;
– p_{19} – суммарный доход;
– p_{20} – суммарные затраты;
– p_{21} – оценка мощности неосвоенных услуг;
– p_{22} – прибыль;
– p_{23} – рентабельность;
– p_{24} – оптимальные показатели работы склада;
– p_{25} – оптимальное расписание обслуживания клиентов.

Прикладное программное обеспечение приложения представлено следующими модулями:
– $m_1(p_1, p_2, p_3, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14})$;
– $m_2(p_3, p_8; p_4)$;
– $m_3(p_{14}; p_{15}, p_{16}, p_{17})$,
– $m_4(p_1, p_2, p_5, p_6, p_7, p_9, p_{11}, p_{12}; p_{18})$;
– m_5 $(p_4, p_{18}, p_{15}, p_{16}, p_{17}; p_{19}, p_{20}, p_{21}, p_{22}, p_{23})$;
– $m_6(p_{10}, p_{19}, p_{20}, p_{21}, p_{22}, p_{23}; p_{24})$;
– $m_7(p_{13}, p_{18}, p_{24}; p_{25})$.

В приведенных выше спецификациях модулей списки их входных и выходных параметров разделены символом ‘;’. Рабочий процесс, реализующий план решения задачи, представлен на рис. 3. Модуль m_1 осуществляет подготовку исходных данных. Модули m_2 – m_4 производят их расщепление. Эти модули могут выполняться параллельно. Экземпляры модуля m_5 реализуют многовариантные расчеты на основе расщепленных данных. Модуль m_6 производит агрегирование данных. Модули m_6 и m_7 выполняют многокритериальную оптимизацию. Они реализуют правила многокритериального выбора, представленные в [9].

Результаты профилирования и тестирования модулей приложения в узлах вычислительной среды позволяют предсказывать время их выполнения на реальных данных [10]. В таблице приведены прогнозное и реальное время выполнения рабочего процесса на ПК и с использованием высокопроизводительного вычислительного кластера [11] для разных экспериментов, отличающихся степенью детализации постановки задачи и, соответственно, числом вариантов. Погрешность предсказания не превышает 8%. С повышением сложности решения задачи, характеризующейся увеличением числа вариантов расписаний обслуживания клиентов, мощности персональных компьютеров становится недостаточно и преимущество использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов становится очевидным.

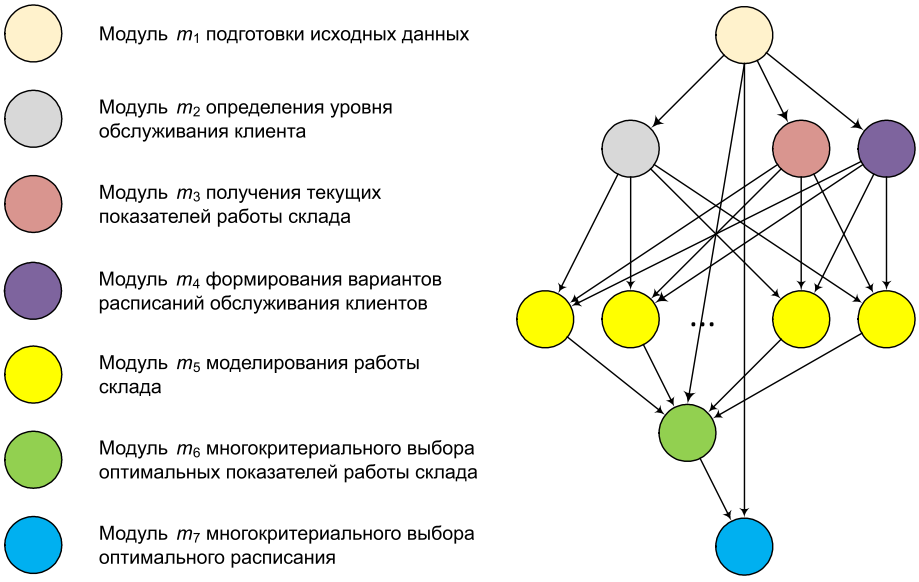


Рис. 3. Рабочий процесс и его модули

Время выполнения рабочего процесса

Число вариантов	t_1, с	r_1, с	ε_1, %	t_2, с	r_2, с	ε_2, %
142560	209,00	193,61	7,36	0,73	0,68	6,85
285120	418,00	388,03	7,17	1,47	1,37	6,80
570240	836,00	778,46	6,88	2,94	2,74	6,80
1140480	1672,00	1557,31	6,86	5,88	5,49	6,63

В таблице переменные интерпретируются следующим образом: t_1 и r_1 – соответственно прогнозируемое и реальное время решения задачи на ПК, ε_1 – погрешность прогнозирования для ПК, t_2 и r_2 – соответственно прогнозируемое и реальное время решения задачи на кластере, ε_2 – погрешность прогнозирования для кластера.

Заключение

Статья посвящена проблеме решения задач планирования использования складских помещений. Предложен оригинальный подход к ее решению с применением высокопроизводительных вычислений. С этой целью разработано специализированное приложение для проведения крупномасштабных экспериментов на основе многовариантных расчетов. Полученные результаты показали эффективность его применения на практике.

Дальнейшее направление исследований связано с детальной оценкой эффективности складских операций. Методы получения таких оценок будут базироваться на интеллектуальном анализе результатов обработки текущих и ретроспективных данных о работе склада. Представленная в статье схема базы данных обеспечивает необходимые возможности хранения и обработки всей информации о функционировании склада, необходимой для выполнения такого анализа.

Исследование выполнено в рамках проекта IV.38.1.1 программы фундаментальных исследований СО РАН.

Список литературы

1. Binos T., Adamopoulos A., Bruno V. Decision Support Research in Warehousing and Distribution: A Systematic Literature Review. International Journal of Information Technology & Decision Making. 2020. Vol. 19. № 3. P. 653–693. DOI: 10.1142/S0219622020300013.

2. Ribino P., Cossentino M., Lodato C., Lopes S. Agent-based simulation study for improving logistic warehouse performance. Journal of Simulation. 2018. Vol. 12. № 1. P. 23–41. DOI: 10.1057/s41273-017-0055-z.

3. Bychkov I., Oparin G., Tchernykh A., Feoktistov A., Bogdanova V., Dyadkin Yu., Andrukhova V., Basharina O. Simulation Modeling in Heterogeneous Distributed Computing Environments to Support Decisions Making in Warehouse Logistics. Procedia Engineering. 2017. Vol. 201. P. 524–533. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.09.647.

4. Система управления складом Logistics Vision Suite. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ant-tech.ru/solutions/ (дата обращения: 01.10.2020).

5. Автоматизация складской логистики eme-wms.ru. [Электронный ресурс]. URL: https://www.eme-wms.ru/ (дата обращения: 01.10.2020).

6. Солво – разработка и внедрение информационных систем. [Электронный ресурс]. URL: https://www.solvo.ru/ (дата обращения: 01.10.2020).

7. LEAD WMS. Система управления складом. [Электронный ресурс]. URL: https://leadwms.ru/ (дата обращения: 01.10.2020).

8. Tchernykh A., Feoktistov A., Gorsky S., Sidorov I., Kostromin R., Bychkov I., Basharina O., Alexandrov A., Rivera-Rodriguez R. Orlando Tools: Development, Training, and Use of Scalable Applications in Heterogeneous Distributed. Computing Communications in Computer and Information Science. 2019. Vol. 979. P. 265–279. DOI: 10.1007/978-3-030-16205-4_20.

9. Шоломов Л.А. Логические методы исследования дискретных моделей выбора. М.: Наука, 1989. 288 с.

10. Феоктистов А.Г., Горский С.А., Сидоров И.А., Костромин Р.О., Фереферов Е.С., Бычков И.В. Непрерывная интеграция функционального наполнения распределенных пакетов прикладных программ в Orlando Tools // Труды ИСП РАН. 2019. Т. 31. № 2. С. 83–96. DOI: 10.15514/ISPRAS-2019-31(2)-7.

11. ЦКП Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН. [Электронный ресурс]. URL: http://hpc.icc.ru/ (дата обращения: 01.10.2020).

УДК 004.738.5:621.391

ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЬ «УМНАЯ БУТЫЛЬ»

Бондаренко Д.С., Росляков А.В.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, e-mail: ds.bondarenko@mail.ru

Представлена практическая реализация интернет-вещи «умная бутыль» для «умного дома» или «умного офиса» в рамках концепции Интернета вещей в виде автономной беспроводной приставки для автоматического заказа бутыли с водой через Интернет, использующей современные инфокоммуникационные технологии. Произведен анализ и выбор датчика уровня воды в бутыли. Разработано аппаратное обеспечение приставки, в состав которого входит емкостной датчик уровня воды, контроллер, модуль Wi-Fi со встроенной антенной, аккумуляторная батарея, зарядный блок. Программное обеспечение контроллера приставки обеспечивает прием и обработку информации от датчика уровня воды, формирование информации об отсутствии воды в бутыли, организует энергоэффективный режим работы модуля беспроводной связи на базе технологии Wi-Fi для передачи информации через Интернет на сайт поставщика бутилированной воды для автоматического заказа новой бутыли. Приставка может использоваться совместно с диспенсерами/кулерами для воды любого типа, а также с обычными пластиковыми бутылями объемом 12 или 19 литров с ручной помпой. Изготовлен прототип приставки, определена продолжительность его работы от аккумуляторной батареи. Потенциальными потребителями приставки являются любые организации и фирмы, использующие в своих офисах и производственных помещениях бутилированную воду, а также население.

Ключевые слова: интернет-вещь, приставка «умная бутыль», кулер/диспенсер для воды, датчик уровня воды, контроллер, сеть Wi-Fi, мобильное приложение

INTERNET THING «SMART BOTTLE»

Bondarenko D.S., Roslyakov A.V.

The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics», Samara, e-mail: ds.bondarenko@mail.ru

The practical implementation of the Internet thing «smart bottle» for «smart home» or «smart office» within the concept of the Internet of Things in the form of an autonomous wireless set-top box for automatic ordering of a bottle of water via the Internet using modern infocommunication technologies is presented. The analysis and selection of the water level sensor in the bottle has been performed. The hardware of the set-top box has been developed, which includes a capacitive water level sensor, a controller, a WiFi module with a built-in antenna, a rechargeable battery, and a charging unit. The set-top box controller software provides reception and processing of information from the water level sensor, the formation of information about the absence of water in the bottle, organizes an energy-efficient mode of operation of the wireless communication module based on WiFi technology to transmit information via the Internet to the website of the supplier of bottled water for automatic ordering of a new bottle. The attachment can be used in conjunction with dispensers/coolers for water of any type, as well as with ordinary plastic bottles of 12 or 19 liters with a manual pump. A prototype of the set-top box was made, the duration of its operation from the battery was determined. Potential consumers of the set-top box are any organizations and companies that use bottled water in their offices and industrial premises, as well as the population.

Keywords: Internet thing, «smart bottle» set-top box, water cooler/dispenser, water level sensor, controller, WiFi network, mobile application

Интернет вещей IoT (Internet of Things) [1], как новый этап развития Интернета и инфокоммуникационных технологий, в последние годы все чаще проявляется в виде реальных проектов «умного» офиса или «умного» дома, с помощью которых можно автоматизировать повседневные процессы управления офисным пространством или бытовыми приборами в жилом помещении. Технологии IoT объединяют офисную или бытовую технику, датчики и приборы в единую мультисистему, где они могут обмениваться информацией и взаимодействовать друг с другом, а также иметь выход на внешние интернет-приложения. И основой таких решений являются «умные» вещи, которые помогают человеку в его повседневной жизни как на работе, так и дома.

В настоящее время большинство работодателей для своих сотрудников вынуждены устанавливать в офисах водные охладители (кулеры) или дозаторы (диспенсеры) и систематически закупать для бутилированную воду. Все чаще кулеры/диспенсеры или просто бутыли с ручной помпой используют также в частных домах и квартирах. При этом одной из главных проблем являются возможные перебои с наличием в помещении питьевой воды. Для ее решения необходимо своевременно заказывать у поставщика новые бутыли с водой. В настоящее время эта задача решается в основном вручную с помощью телефонных звонков, СМС или электронных писем в адрес поставщика воды. При этом тратится время на заказ (часто трудно дозвониться до служ-

бы заказа), высока вероятность несвоевременного заказа, и, следовательно, возможны перебои с наличием питьевой воды в офисе/квартире.

Разработано аппаратно-программное решение «умной бутыли» в виде автономной беспроводной приставки к бутыли/кулеру/диспенсеру, которое позволяет полностью автоматизировать процесс контроля наличия бутилированной воды и обеспечить автоматический заказ новой бутыли у поставщика воды через Интернет. При этом осуществляется автоматическое уведомление пользователей об окончании воды в бутыли, упреждаются возможные перебои с наличием питьевой воды в офисе/квартире, полностью устраняются ручные операции при заказе воды, и тем самым освобождаются от этой работы административные непрофильные ресурсы организации. Приставка может служить основой для построения автоматической системы заказов бутылей для поставщиков бутилированной воды с возможностью для доступа к управлению поставками воды через мобильное приложение или веб-браузер, получения точных данных и формирования разнообразной статистики/аналитики/прогнозов потребления воды для точного планирования.

Общими недостатками известных конструкций простых водных кулеров/диспенсеров является отсутствие контроля за наличием воды в бутыли и автоматизации процесса заказа новой бутыли с водой. В то же время имеются зарубежные «умные» кулеры/диспенсеры для воды (например, Standup Bevi [2], Waterlogic [3] и др.), а также отечественные разработки [4-6], которые обеспечивают автоматический контроль наличия воды, а также заказ новых бутылей через Интернет. Однако такие промышленные продукты имеют высокую стоимость (иногда до десятков тысяч рублей), сложны в настройке и эксплуатации. Кроме этого, имеются технические предложения, основанные на дооборудовании существующих кулеров/диспенсеров с целью контроля наличия воды и автоматического заказа бутылей [7]. Эти решения более дешевые, но требуют конструктивного вмешательства в кулеры/диспенсеры, которое может быть выполнено только квалифицированными специалистами. К тому же они питаются от электросети 220 В или от блока питания кулера/диспенсера. Но самый главный их недостаток – они не могут работать с обычными пластиковыми бутылями емкостью 12 или 19 литров, оборудованными ручной помпой для воды.

Разрабатываемая приставка «умная бутыль» должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Приставка должна выполнять автоматический заказ бутыли с водой через интернет-сайт поставщика бутилированной воды при понижении уровня воды в бутыли ниже установленного значения. Потребитель не должен принимать никакого участия в работе приставки, кроме установки ее на нужном уровне на бутыли и подключения внешнего источника питания при зарядке аккумуляторной батареи.

2. Приставка должна посылать оповещение пользователю о понижении уровня воды в бутыли ниже установленного значения через мобильное приложение.

3. Приставка должна иметь малые габариты и вес, чтобы не затруднять обычной эксплуатации пластиковой бутыли с ручной помпой для воды или промышленного кулера/диспенсера. Установка приставки не должна требовать вмешательства в конструкцию ручной помпы для воды или кулера/диспенсера.

4. Приставки должна иметь низкое энергопотребление, чтобы обеспечить возможность ее работы длительное время от внутренней аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея приставки должна заряжаться от внешнего источника питания 5В.

5. Приставка не должна иметь никаких проводных соединений как с сетью связи, так и с сетью переменного тока 220В. Для выхода в сеть Интернет и связи с потребителем необходимо использовать беспроводное соединение по радиоканалу.

6. Приставка не должна иметь низкую стоимость для обеспечения ее коммерческой привлекательности для изготовителей и востребованности потребителями.

Материалы и методы исследования

Основной проблемой при разработке «умной бутыли» был выбор датчика, позволяющего измерять уровень воды в бутыли, так как он существенно влияет на конструкцию и принцип работы всей приставки в целом. При выборе типа датчика учитывались следующие требования:

1. Датчик должен определять понижение уровня воды в стандартных пластиковых бутылях объемом 12 или 19 литров ниже установленного значения.

2. Датчик не должен иметь прямого контакта с питьевой водой.

3. Датчик не должен нарушать целостности пластиковой бутыли с водой.

4. Датчик должен легко крепиться к бутыли.

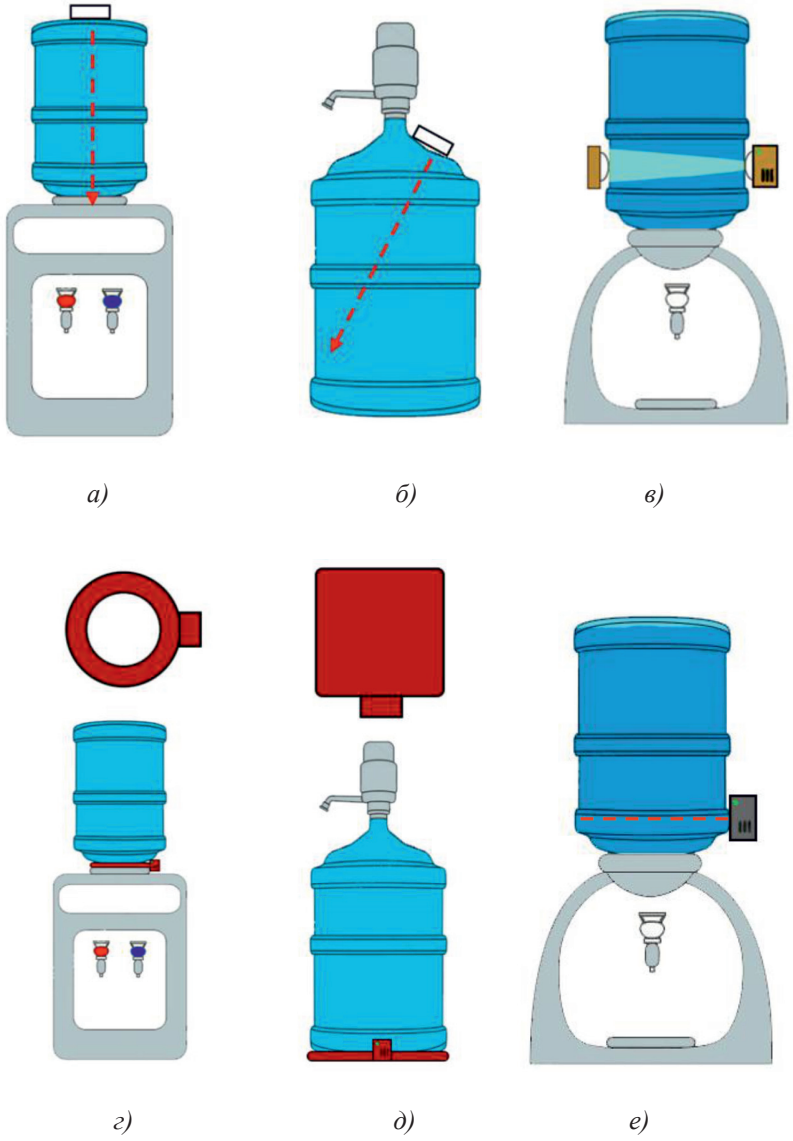


Рис. 1. Варианты крепления различных типов датчиков уровня воды на бутыли с ручной помпой или кулере/диспенсере: а) и б) ультразвуковой; в) фотоэлектрический; г и д) тензометрический; е) емкостной

5. Датчик не должен создавать помех в работе промышленно выпускаемых водных кулеров/диспенсеров и не требовать какого-либо соединения с ними.

6. Датчик должен иметь небольшое энергопотребление и работать от источника постоянного напряжения 3–5 Вольт.

7. Датчик должен иметь небольшие размеры и вес.

8. Датчик должен иметь небольшую стоимость.

Были проанализированы возможности использования для реализации «умной бутыли» датчиков 4 типов, с помощью которых можно определить уровень воды в бутыли: ультразвуковой, фотоэлектрический, тензометрический и емкостной.

1. Ультразвуковой датчик посылает ультразвуковые импульсы в направлении поверхности измеряемой среды, от которой они отражаются и снова принимаются приемником датчика. Встроенный в датчик микропроцессор измеряет промежуток времени между отправкой и приемом импульса, а затем по этому времени и скорости звука рассчитывает расстояние между мембраной сенсора и поверхностью измеряемой среды. При использовании с кулером/диспенсером такой датчик можно разместить на дно бутыли (рис. 1, а). При использовании бу-

тыли с ручной помпой сложно разместить такой датчик (рис. 1, б). В любом случае звуковой волне понадобится два раза проходить через слой пластика, поэтому придется увеличивать мощность излучателя и чувствительность приемника. Вдобавок необходимо тщательно настраивать такое устройство, чтобы оно реагировало только на волну, отраженную от поверхности воды, а не от стенки бутыли.

2. Фотоэлектрический датчик прямого луча состоит из излучателя и приемника света, которые располагаются таким образом, чтобы максимальный объем излучаемого света попадал на приемник. Когда вода в бутыли перекрывает луч, приемник имеет один статус. Когда вода выходит за пределы луча, выходной статус сигнала приемника изменяется (рис. 1, в). Такие датчики сложны в реализации, требуют высокочувствительных приемников и могут работать некорректно при комнатном дневном освещении.

3. Тензометрический датчик может измерить вес установленной на него бутыли, через который косвенным образом можно измерять и объем воды в бутыли. Но такой датчик, размещаемый под бутылью, имеет большие габариты, и необходимо использовать две различные его конструкции для работы с кулером/диспенсером (рис. 1, г) и для бутыли с ручной помпой (рис. 1, д).

4. Емкостной датчик отслеживает изменение диэлектрической проницаемости и таким образом может определять наличие или отсутствие воды на уровне крепления его на бутыли (рис. 1, е). Такой датчик имеет малые габариты, дешевый, не требует сложных схем управления и позволяет создать полностью универсальную приставку, которая сможет работать с любыми кулерами/диспенсерами и даже просто с бутылями с ручной помпой.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная приставка представляет собой автономное устройство в виде аппаратно-программного комплекса, включающего емкостной датчик уровня воды, микроконтроллер с соответствующим программным обеспечением, модуль беспроводной связи Wi-Fi со встроенной антенной, аккумуляторную батарею и зарядный блок (рис. 2). Использование беспроводной технологии Wi-Fi обусловлено тем, что в настоящее время практически в каждом офисе или квартире имеется точка доступа Wi-Fi, подключенная к Интернету. Можно использовать и другие энергоэффективные технологии беспроводной связи (6LoWPAN, LoRaWAN, BLE и др.), но в этом случае потребуется наличие второго устройства этой же радиотехнологии, подключенного к сети Интернет, что усложнит и удорожит использование приставки в офисах и жилых помещениях.

Приставка, закрепленная на бутыли, периодически проверяет наличие воды на уровне своего крепления. Пользователь сам выбирает подходящую для него высоту измерения для обеспечения соответствующего упреждения опорожнения бутыли. Частота опроса датчика уровня воды контроллером может устанавливаться программно, и от нее зависит энергопотребление приставки. Как только датчик зафиксирует понижение уровня воды в бутыли ниже установленного значения, контроллер формирует http-сообщение и передает его с помощью модуля Wi-Fi через существующую в офисе/квартире точку доступа Wi-Fi в Интернет на сайт компании-поставщика бутилированной воды. Одновременно с этим передается сообщение об окончании воды в бутыли через специальное мобильное приложение пользователю.

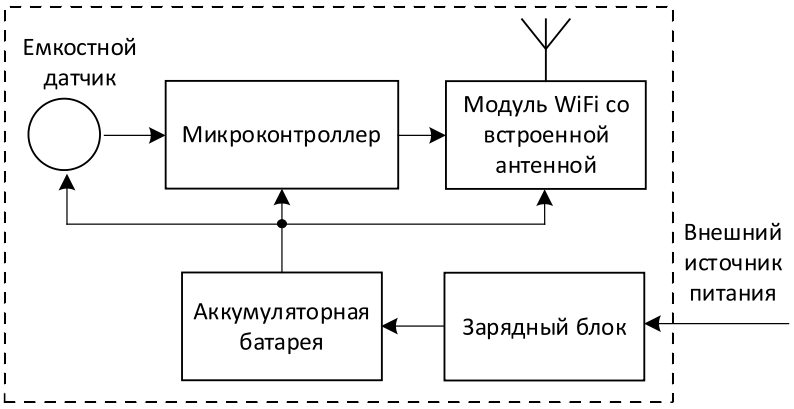


Рис. 2. Структурная схема приставки «умная бутыль»

Изготовлен прототип приставки с использованием бесконтактного датчика уровня жидкости XKC-Y25-NPN, платформы Arduino MKR1000 WI-FI, литий-полимерной аккумуляторной батареи 1700 мАч, 3,7 В. В состав платформы Arduino MKR1000 WI-FI входят микроконтроллер Atmel SAMD21 ARM Cortex-M0+, 48 МГц, 32 Кб SRAM, 256 Кб flash памяти, Wi-Fi-чип WINC1500, 2.4 ГГц, IEEE 802.11 b/g/n с низким энергопотреблением, внутренняя Wi-Fi-антенна PCB 1x1, крипточип ECC508 CryptoAuthentication для безопасной связи по Wi-Fi, схема зарядки, которая позволяет заряжать литий-полимерный аккумулятор с напряжением 3,7 В от внешнего источника питания с напряжением 5 В через встроенный порт USB. Программное обеспечение приставки реализовано с помощью среды программирования Arduino IDE. Проведенные теоретические расчеты и практические испытания подтвердили возможность автономной работы приставки от аккумуляторной батареи емкостью 1700 мАч в течение недели.

Рис. 3. Крепление прототипа приставки на бутыли с водой

Корпус прототипа приставки имеет прямоугольную форму, внутри него находятся специальные места для крепления всех электронных компонентов. Приставка крепится к бутыли с водой с помощью эластичной ленты, к одному ее концу прикреплен крючок, который вставляется в паз на левой стенке корпуса (рис. 3). На правой стенке корпуса находится специальная выемка под крючок. Второй конец ленты закреплен на оси внутри корпуса, которая имеет зубчатое колесо, расположенное на нижней стенке, для ручного сматывания ленты внутрь корпуса приставки при ее транспортировке. Большинство элементов корпуса приставки напечатаны на 3D-принтере с использованием пластика PLA.

Выводы

Разработанная автономная беспроводная приставка к бутыли с водой удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям. Простота и дешевизна приставки позволяют реализовать интернет-вещь «умная бутыль», которая может быть использована совместно с различными решениями «умного дома» или «умного офиса». Потенциальными потребителями приставки являются любые организации и фирмы, использующие в своих офисах и производственных помещениях бутилированную воду, а также население. Приставка может использоваться совместно с диспенсерами/кулерами для воды любого типа, а также с обычными пластиковыми бутылями объемом 12 или 19 литров с ручной помпой.

Работа поддержана грантом по программе Фонда содействия инновациям «УМНИК-19» (Цифровая экономика) (117ГУЦЭС8-D3/56510 от 22.12.2019).

Список литературы

1. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей. Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. 342 с.

2. Bevi. [Электронный ресурс]. URL: https://www.bevi.co/products/ (дата обращения: 01.09.2020).

3. Waterlogic. [Электронный ресурс]. URL: https://www.waterlogic.com/ (дата обращения: 01.09.2020).

4. Monolith – «умный» кулер для воды от российских разработчиков. [Электронный ресурс]. URL: https://vc.ru/flood/25584-monolith (дата обращения: 01.09.2020).

5. Умный Кулер. Комплексное решение по поставке питьевой воды в офисы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ibm.com/ru/watson-moscow-summit/assets/files/17.15_SmartCooler_IBM_18_april_final.pdf (дата обращения: 01.09.2020).

6. Умный кулер. [Электронный ресурс]. URL: https://homechain.ai/solutions/umnaya-kuhnya-wifi/umnyj-kuler (дата обращения: 01.09.2020).

7. Начало испытаний системы Умный кулер. [Электронный ресурс]. URL: http://internetofthings.ru/startups/51-nachalo-ispytanij-sistemy-umnyj-kuler (дата обращения: 01.09.2020).

УДК 004.021

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ПРИБЛИЖЕННОЙ К ОПТИМУМУ НАЧАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТБОРА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ

Димитриев А.П.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: dimitrie1@yandex.ru

Объект исследования – задача составления оптимального расписания регулирования электрической мощности, коммутируемой группе потребителей с применением широтно-импульсного метода. Предмет исследования – алгоритм оптимизации последовательности отбора, основанный на методе имитации отжига, который является эффективным алгоритмом для решения указанной задачи. Разрабатывается дополнение к указанному алгоритму, направленное на повышение скорости сходимости к решениям, близким к оптимальным, и ставящее своей целью получение удачной начальной последовательности отбора объектов для размещения в расписании. Для этого разработан алгоритм нахождения начальной последовательности, основанный на предварительном построении множества расписаний. Предлагаемый алгоритм реализован на языке программирования Object Pascal. Для изучения работы данного алгоритма проведено несколько серий вычислительных экспериментов с тестовыми наборами исходных данных, имеющими различные особенности. Определено два оптимальных параметра этого алгоритма. Дополнение алгоритма оптимизации последовательности отбора алгоритмом нахождения начальной последовательности приводит к улучшению результатов в среднем на 29% относительно теоретически не превышаемого минимума целевой функции при неизменном времени вычислений. Предлагаемый алгоритм позволяет находить начальные последовательности, приводящие затем к решениям, близким к оптимальным, быстрее, чем ранее разработанные алгоритмы.

Ключевые слова: метод имитации отжига, широтно-импульсный метод, оптимизация, расписание, параметры алгоритма

ALGORITHM FOR FINDING CLOSE TO OPTIMUM AN INITIAL SELECTION SEQUENCE FOR SCHEDULE OPTIMIZATION

Dimitriev A.P.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: dimitrie1@yandex.ru

The object of the research is the task of drawing up an optimal schedule for the regulation of electrical power, which is switched to a group of consumers using the pulse-width method. The subject of research is selection sequence optimization algorithm based on simulated annealing method, which is an effective algorithm for solving the specified problem. An addition to this algorithm is being developed, aimed at increasing the rate of convergence to solutions close to optimal and aiming at obtaining a successful initial sequence for selecting objects for placement in the schedule. For this, an algorithm for finding the initial sequence has been developed, based on the preliminary construction of a large number of schedules. The proposed algorithm is implemented in the Object Pascal programming language. To study the operation of this algorithm, several series of computational experiments were carried out with test sets of initial data having various features. Two optimal parameters of this algorithm are determined. Supplementing the selection sequence optimization algorithm with the algorithm for finding the initial sequence leads to an improvement in the results by an average of 29% relative to the theoretically unsurpassable minimum of the objective function with constant computation time. The proposed algorithm makes it possible to find initial sequences, which then lead to solutions close to optimal, faster than previously developed algorithms.

Keywords: simulated annealing method, pulse-width method, optimization, schedule, algorithm parameters

В данной работе объектом исследования является задача составления оптимального расписания регулирования электрической мощности, коммутируемой группе потребителей с применением широтно-импульсного метода (ШИМ) [1; 2]. Здесь так же, как это часто происходит при решении различных других оптимизационных задач, приходится принимать компромиссные решения – необходимо делать выбор между высокой скоростью вычислений и их точностью по отношению к оптимальности [3]. Поэтому актуальной является задача разработки алгоритма, обладающего обоими качествами – как высокой скоростью сходимости, так и получением решений, близких к оптимальным. Для решения указанной задачи в [4] рассмотрены модификации алгоритма оптимизации последовательности отбора (АОПО), позволяющие получать близкие к оптимальным расписания, так как этот алгоритм для конкретно рассматриваемой задачи показывает наивысшие результаты в отношении качества оптимизации по сравнению с рядом метаэвристических алгоритмов, включая эволюционные алгоритмы и др. [4, с. 214]. Однако время получения результатов с помощью данного алгоритма при нескольких десятках потребителей составляет около 20 минут.

Цель исследования: усовершенствование АОПО, направленное на повышение скорости сходимости к решениям, близким к оптимальным.

Материалы и методы исследования

В рассматриваемой оптимизационной задаче минимизируется целевая функция, обозначаемая C, которая рассмотрена в [5]. Значение C зависит от параметров объектов, представляющих n потребителей, и от составленного расписания. Имеются две группы параметров: $T = \{t_i\}$, $i = 1,...,n$, которые представляют величины силы тока, и $P = \{p_i\}$, $i = 1,...,n$, которые представляют временные продолжительности коммутации, выражаемые целыми числами в диапазоне от 0 до m, где m – число дискретных интервалов времени в расписании.

Для исследования использованы файлы исходных данных $f1 - f5$, представленные в [5], и некоторые другие файлы исходных данных, обладающие характерными особенностями. Во всех этих файлах описывается по $n = 40$ объектов, за исключением файла $in28$, для которого $n = 28$. Файл $f7$ имеет равномерное распределение обоих параметров по одинаковым областям значений. Еще в одном файле все значения $t_i = 30$, $i = 1,...,n$.

В вышеуказанной работе также предложены алгоритмы с номерами от 1 до 34 (с некоторыми пропусками), предназначенные для минимизации C. Впоследствии номенклатура алгоритмов была расширена до 39. Некоторые из этих алгоритмов основаны на сортировке объектов по критериям с соответствующими номерами. Предложена также первоначальная версия АОПО, которая затем модифицировалась в [4].

АОПО основан на методе имитации отжига [6] и является одним из алгоритмов стохастической оптимизации [3], свойством которых является нестрогая детерминированность времени работы. Одним из важных факторов для существенного приближения к глобальному минимуму при использовании метода имитации отжига является выбор удачного начального приближения [7, с. 12]. Соответственно, в данном случае на скорость сходимости АОПО среди прочих факторов положительно влияет удачный выбор начальной последовательности (НП). НП – это получаемая каким-либо образом за небольшое время последовательность объектов, согласно которой эти объекты размещаются в расписании. АОПО использует в качестве отправной точки данную последовательность и в своей работе оптимизирует её.

НП ранее создавалась с использованием минимального из результатов минимизации с помощью алгоритмов с номерами из диапазона с 1 по 39, из которых отобраны 19 наиболее эффективных. При выборе какого-либо из указанных результатов производится их сравнение. Например, при использовании в качестве исходных данных файла $f1$ алгоритм 33 приводит к расписанию со значением целевой функции $C_{33} = 2879435$, а алгоритм 24 – соответственно с $C_{24} = 2877487$, т.е. алгоритм 33 приводит к решениям, на $C_{33} / C_{24} - 1 \approx 0,07\%$ худшим, чем при использовании алгоритма 24.

Сравнение возможно и с другой точки зрения. Для этого в [4] для данной целевой функции рассмотрено понятие теоретического минимума для входных данных, который обозначим T_M. Значение глобального минимума при большой размерности входных данных определить обычно невозможно, тогда как T_M можно оценить. Если сопоставлять достигаемые значения C со значением T_M, то $(C_{33} - C_{24}) / (C_{33} - T_M) \approx 0,0048$, т.е. алгоритм 24 приводит к значениям на 0,48 % ближе к T_M, чем алгоритм 33.

Проведены вычисления, показавшие, что если при НП значение C намного больше, чем значение C для расписания, получаемого алгоритмом 2, обозначаемого здесь C_2, то либо образуется значительная задержка для дальнейшей оптимизации, либо при одинаковом времени выполнения достигаются худшие результаты. Так, если использовать для создания НП алгоритм 10, то $C_{10} = 2894266$, и далее при работе АОПО в течение минуты при частоте процессора 1,5 ГГц достигается значение C в среднем на 0,006 % большее, чем $C_2 = 2877679$.

Отсюда следует предположение, что если при НП значение C, найденное алгоритмом, отличным от АОПО, будет намного меньше C_2 и других значений, получаемых указанными 19 алгоритмами, то, напротив, время вычислений сократится.

Алгоритм нахождения НП

С целью выявления факторов, которые могли бы оказывать влияние на минимизацию значений C, соответствующих НП, рассмотрены ранее разработанные алгоритмы. Применение второй группы алгоритмов (с 23 по 29) в [5, с. 54] часто приводило к наилучшим результатам. Эта группа была основана на выборе объекта каждый раз того, со значением t_i которого получится максимальная сумма произведений со значениями параметра T для объектов, оставшихся на данный момент невыбранными. По некоторой аналогии разработан

изложенный далее алгоритм нахождения НП (алгоритм ННП).

Алгоритм, так же как и алгоритмы 23–29, основан на выборе объектов и последующем их поочередном расположении в расписании в наилучшее время без последующего перемещения. Особенность алгоритма в том, что критерием выбора является составление предварительного расписания с наименьшим значением C. То есть, когда требуется принять решение, какой объект переместить вперёд в последовательности, учитывается то, какое расписание может быть при этом получено. Аналогия состоит в том, что, так же как и ранее, учитывается результат последующих действий с невыбранными на данный момент объектами.

Алгоритм ННП использует следующие массивы:

– T, P, хранящие значения параметров соответственно t_i и p_i объектов, $i = 1,...,n$;

– $M(t)$, хранящий средние значения t_i по всем объектам, кроме текущего: $M(t)_i = \sum_{k=1}^{n} \frac{t_{k,k\neq i}}{n-1}$;

– U, содержащий номера объектов;

– D размерности $n \times m$, элементы которого указывают, имеется ли в расписании тот или иной объект в некоторый момент времени;

– W, хранящий основную информацию расписания в виде номеров моментов времени начала импульсов;

– L, Y, хранящие расписания в виде копий массивов T, P, U, W.

В алгоритме используется функция Z, имеющая на входе два параметра. Она возвращает увеличенное на заданное вторым параметром, обозначаемым z_2, число процентов значение первого параметра. Алгоритм производит также обращение к внешней функции, вычисляющей значение C с временной сложностью $O(n^2m)$.

Алгоритм ННП следующий:

1) присвоить найденному значению целевой функции $S \leftarrow 1000000000$;

2) в цикле по переменной i, принимающей значения с 1 по $n - 1$:

2.1) присвоить $S' \leftarrow 1000000000$;

2.2) в цикле по переменной j, принимающей значения с $i + 1$ по n:

2.2.1) в зависимости от заданного в начале пользователем номера алгоритма [5, с. 52] проверить соответствующее условие (критерий сортировки). Сравнение производится с использованием параметров i-го объекта и функции Z от параметров j-го объекта. Например, для 4-го критерия условием является истинность результата сравнения $t_i \cdot M(t)_i < Z(t_j,1) \cdot M(t)_j$.

2.2.2) если условие по предыдущему пункту не выполнено, то перейти к концу цикла по j (шаг 2.3);

2.2.3) обмен i-го и j-го объектов (т.е. значений элементов i и j массивов T, P, U, $M(t)$);

2.2.4) в цикле по переменной k, принимающей значения с $i + 1$ по $n - 1$:

2.2.4.1) в цикле по переменной h, принимающей значения с $k + 1$ по n:

2.2.4.1.1) если $h \neq j$ и $k \neq j$, то в зависимости от номера алгоритма [5] проверить условие (критерий сортировки), сравнивая параметры объектов k-го и h-го, без использования функции Z. Если это условие выполняется, то выполнить обмен объектов k-го с h-м;

2.2.4.2) конец цикла по h;

2.2.5) конец цикла по k;

2.2.6) комментарий: на последующих шагах (до 2.2.10) производится построение расписания;

2.2.7) обнулить все элементы массива с $D_{1,1}$ по $D_{n,m}$;

2.2.8) первый объект разместить в первый момент времени следующим образом:

2.2.8.1) присвоить всем элементам массива с $D_{1,1}$ по D_{1,p_1} значение 1;

2.2.8.2) присвоить $W_1 \leftarrow 1$;

2.2.9) цикл по переменной k, принимающей значения с 2 по n. В этом цикле для k-го объекта находится наилучший начальный момент коммутации. Для этого выполнить следующее:

2.2.9.1) присвоить $S'' \leftarrow 1000000000$; $q \leftarrow 1$;

2.2.9.2) цикл по переменной g, принимающей значения с 1 по m:

2.2.9.2.1) присвоить $W_k \leftarrow g$;

2.2.9.2.2) обнулить элементы массива с $D_{k,1}$ по $D_{k,m}$;

2.2.9.2.3) в цикле по переменной h, принимающей значения с W_k по $W_k + p_k - 1$, если $h \leq m$, то присвоить $D_{k,h} \leftarrow 1$, иначе присвоить $D_{k,h-m} \leftarrow 1$;

2.2.9.2.4) присвоить $S^{(3)} \leftarrow 0$;

2.2.9.2.5) в цикле по переменной h, принимающей значения с 1 по $k - 1$, во вложенном цикле по переменной f с 1 по m, если $D_{k,f} > 0$ и $D_{h,f} > 0$, то увеличить $S^{(3)}$ на $t_k \cdot t_h$;

2.2.9.2.6) если $S'' > S^{(3)}$, то присвоить $S'' \leftarrow S^{(3)}$ и $q \leftarrow W_k$;

2.2.9.3) конец цикла по g;

2.2.9.4) помещение объекта k в наилучшую позицию следующим образом:

2.2.9.4.1) присвоить найденное значение начальному моменту: $W_k \leftarrow q$;

2.2.9.4.2) обнулить элементы массива с $D_{k,1}$ по $D_{k,m}$;

2.2.9.4.3) в цикле по h с q по $q + p_k - 1$, если $h \leq m$, то присвоить $D_{k,h} \leftarrow 1$, иначе $D_{k,h-m} \leftarrow 1$;

2.2.10) конец цикла по k;

2.2.11) вычислить значение C, используя внешнюю функцию;

2.2.12) если C стало меньше, чем было найдено ранее для данного i (т.е., $C < S'$), то запомнить это расписание (массивы T, P, U, W) в L и присвоить $S' \leftarrow C$;

2.2.13) иначе обратно обменять объекты i и j;

2.3) конец цикла по j;

2.4) если было получено более оптимальное расписание, чем раньше (т.е., $S' < S$), то запомнить его (т.е., присвоить $Y \leftarrow L$ и $S \leftarrow S'$);

3) конец цикла по i;

4) наилучшее полученное расписание находится в Y, значение целевой функции в S. Конец.

Данный алгоритм в процессе построения множества расписаний выбирает наилучшее из них и запоминает соответствующую НП. Такое расписание не обязательно получается в конце работы данного алгоритма, оно может быть найдено на некотором этапе. Если использовать НП, получаемую в конце процесса упорядочения, она часто приводит к расписанию худшему, чем найденные ранее. Таким образом, сам процесс построения множества промежуточных расписаний играет роль метода статистических испытаний (Монте-Карло), однако при суженной области возможных значений. Применение функции Z вместо использования собственно значений параметров увеличивает количество таких испытаний, увеличивая число перестановок объектов. Это увеличивает вероятность нахождения лучшего расписания.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемый алгоритм реализован на языке Object Pascal. Анализ проведенных с файлом данных *f*1 вычислений показывает, что оптимальными параметрами, которые можно задать для алгоритма ННП, являются: номер критерия – 4, $z_2 = 20\%$. Указанные параметры являются оптимальными для большинства других файлов данных с некоторыми исключениями. Так, для файла *f*3 оптимальное значение $z_2 = 10\%$. Если в исходных данных все t_i равны, то алгоритм работает с критерием 4 намного дольше – 70 с. Поэтому в таком случае используется критерий 2, при этом время работы 18 с с тем же результатом. Таким образом, алгоритм ННП работает различное время в зависимости от значений исходных данных. При $n = 40$ и $z_2 \in [10\%, 20\%]$ это время составляет от 16 до 70 с.

При применении АОПО к получаемым НП для разных входных данных использованы оптимальные параметры [4]. Проведены серии по 7 экспериментов, каждый длительностью 1 мин, результаты усреднены, округлены и представлены в таблице, где:

– $C_{\text{ННП}}$ – значение C, полученное с помощью алгоритма ННП;

– $C_{\min 19}$ – минимальное из значений C, полученных 19 алгоритмами;

– $C_{\text{АОПО}}$ – значение C, полученное с помощью АОПО без применения алгоритма ННП;

– $C_{\text{ННП + АОПО}}$ – значение C, полученное АОПО с применением алгоритма ННП;

– B – улучшение C при добавлении алгоритма ННП к АОПО в контексте приближения к T_M.

Итоговые результаты вычислений для различных файлов

Файл	$C_{\text{ННП}}$	$C_{\min 19}$	$C_{\text{АОПО}}$	$C_{\text{ННП + АОПО}}$	T_M (оценочно)	B, %
*f*1	2877282	2877453	2877265	2877256	2877210	16,3
*f*2	44249611	44249630	44249465	44248775	44248300	59,2
*f*3	116133601	116148720	116132676	116132437	116128000	5,1
*f*4	33981298	33984551	33977655	33977647	33972900	0,2
*f*5	1599457	1599590	1599448	1599435	1599413	37,1
*f*7	47792884	47796166	47792533	47792335	47792060	41,9
*in*28	1247544	1248327	1247294	1247082	1246800	43,0

Из таблицы следует, что алгоритм ННП обычно приводит к НП с меньшим значением C, чем другие алгоритмы, работающие небольшое время. Указанные 19 алгоритмов в совокупности работают около 4 с, а алгоритм ННП менее 20 с. Несмотря на значительную разницу, это во много раз меньше, чем 20 мин, поэтому алгоритм ННП безболезненно может быть использован.

Как следует из последнего столбца таблицы, во всех случаях имеется улучшение, следовательно, высказанное ранее предположение подтверждается. В среднем B составляет 29% со среднеквадратичным отклонением 22%. Для некоторых файлов B незначительно. Выявлена следующая

связь B с особенностями таких файлов: если диапазоны изменения значений параметров узкие относительно средних значений, то B незначительно. Например, в файле $f4$: $t_i \in [40,44]$, $p_i \in [40,59]$, $i = 1,...,n$. То есть значения $t_i = 42 \pm 2$, $p_i \approx 50 \pm 9$. Обозначим как средние значения $t_{ср}$ и $p_{ср}$ числа до символа «±», и как отклонения σ_t и σ_p числа после этого символа, т.е. $t_i = t_{ср} \pm \sigma_t$, $p_i = p_{ср} \pm \sigma_p$. Отношения $\sigma_t/t_{ср}$ и $\sigma_p/p_{ср}$ для файлов $f3$ и $f4$ составляют от 0,05 до 0,19, а для остальных файлов, где наблюдается значительное улучшение, эти отношения принимают значения от 0,55 до 1.

Проведены также вычисления при использовании неоптимальных параметров АОПО. Они показывают, что, несмотря на то что значение C становится несколько больше, чем при использовании оптимальных параметров, добавление алгоритма ННП позволяет при дальнейшем применении АОПО за одно и то же время получать результаты ближе к T_M, чем в случае без использования алгоритма ННП.

Получение за одинаковое время меньших значений C означает, что близкие к глобальному минимуму значения C достигаются при применении алгоритма ННП за значительно меньшее время, чем без его применения. Это справедливо при использовании как оптимальных параметров АОПО, так и неоптимальных, при условии равенства значений этих параметров в обоих случаях. Результаты исследований относятся к диапазону $n \in [28, 40]$. Таким образом, цель работы достигнута, т.е. АОПО дополнен так, чтобы скорость его сходимости была увеличена.

Заключение

Предлагаемый алгоритм, используемый при составлении расписания коммутаций группе потребителей при ШИМ регулирования мощности, позволяет находить начальные последовательности, приводящие затем к решениям, близким к оптимальным, быстрее, чем ранее разработанными алгоритмами. Временная сложность алгоритма $O(n^5 + n^4m^2)$, но так как n и m одного порядка, можно считать, что временная сложность $O(n^4m^2)$. Несмотря на то что это больше, чем у ранее используемых 19 алгоритмов, например у алгоритма 2 со сложностью $O(n^2m^2)$, использование АОПО с предлагаемым алгоритмом за одинаковое время приводит к более оптимальным результатам.

Список литературы

1. Ильгачев А.Н., Абрамов А.В., Васильев А.В. Способ управления группой импульсных регуляторов напряжений (варианты) // Патент РФ № 2409829. Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». 2011. Бюл. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.freepatent.ru/patents/2409829 (дата обращения: 17.09.2020).

2. Ильгачев А.Н., Абрамов А.В., Васильев А.В. Способ группового управления импульсными регуляторами напряжения (варианты) // Патент РФ № 2403612. Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». 2010. Бюл. № 31. [Электронный ресурс]. URL: http://www.freepatent.ru/patents/2403612 (дата обращения: 17.09.2020).

3. Корнеев А.М., Суханов А.В. Исследование точности и скорости сходимости алгоритмов стохастической оптимизации функций на многомерном пространстве // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. управление, вычисл. техн. и информ. 2018. № 3. С. 26–37. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35216895 (дата обращения: 17.09.2020).

4. Димитриев А.П. Определение оптимальных параметров для модификаций алгоритма оптимизации последовательности отбора // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10–1. С. 213–216.

5. Димитриев А.П. Модели и алгоритмы в системах автоматизированного перевода текста // Прикладная информатика. 2013. № 6 (48). С. 045–058. [Электронный ресурс]. URL: http://appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=1552 (дата обращения: 17.09.2020).

6. Kirkpatrick S., Gelatt C.D.Jr., Vecchi M.P.Jr. Optimization by Simulated Annealing. Science. 1983. Vol. 220 (4598). P. 671–680. DOI: 10.1126/science.220.4598.671.

7. Пантелеев А.В., Скавинская Д.В. Метаэвристические алгоритмы глобальной оптимизации. М.: Вузовская книга, 2019. 332 с.

УДК 621.165

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСЕВОГО СМЕЩЕНИЯ РОТОРА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ НА ВЕЛИЧИНУ ПРОТЕЧКИ ПАРА ЧЕРЕЗ ДИАФРАГМЕННОЕ УПЛОТНЕНИЕ СТУПЕНИ

Жинов А.А., Шевелев Д.В., Гридчин Н.В.

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: gridchin_n1980@mail.ru

Выполнено исследование влияния осевого смещения ротора паровой турбины на величину протечки пара через диафрагменное уплотнение ступени. Предложена методика расчета расхода пара через диафрагменное лабиринтное уплотнение ступени паровой турбины. При этом выявлена большая чувствительность результатов моделирования к густоте расчетной сетки в вихревых камерах и особенно в районе радиального зазора под гребнями уплотнения. Проведено сравнение полученных при численном моделировании данных с результатами, полученными при использовании нормативных расчетных методик. Выполнен анализ влияния осевого смещения ротора турбины на расход пара через уплотнение. Результаты, полученные с помощью CFD моделирования, отличаются от данных, полученных с помощью нормативных расчетных методик, на величину менее 3,5%, что позволяет сделать вывод об адекватности использованной расчетной модели. Минимальный расход пара достигается при несимметричном положении гребня уплотнения относительно торцевых поверхностей проточки на валу турбины. Установлена зависимость протечек пара через диафрагменное уплотнение при осевом сдвиге ротора паровой турбины. Предлагаемая методика и полученные результаты могут быть использованы для расчета протечек пара через лабиринтные диафрагменные уплотнения ступеней паровой турбины и при расчете осевого усилия, действующего на ступень турбины на переменных режимах ее работы.

Ключевые слова: лабиринтное уплотнение, диафрагменное уплотнение, паровая турбина, осевое смещение ротора, численное моделирование

INVESTIGATION OF EFFECT OF AXIAL DISPLACEMENT OF STEAM TURBINE ROTOR ON VALUE OF STEAM LEAKAGE THROUGH DIAPHRAGM SEAL OF STAGE

Zhinov A.A., Shevelev D.V., Gridchin N.V.

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, e-mail: gridchin_n1980@mail.ru

The study of the influence of the axial displacement of a steam turbine rotor on the amount of steam leakage through the diaphragm seal of the stage has been carried out. The method of calculation of steam consumption through a diaphragm labyrinth seal of a step of the steam turbine is offered. At the same time the big sensitivity of results of modeling to density of an estimated grid in swirl chambers and, especially, around a radial gap under consolidation crests is revealed. Comparison of the data obtained at computational modeling, with the results received when using normative estimated techniques is carried out. The analysis of influence of axial shift of a rotor of the turbine on steam consumption through consolidation is carried out. The results received by means of CFD of modeling differ from the data obtained by means of normative estimated techniques on value less than 3.5% that allows to draw a conclusion on adequacy to the used design model. Minimum flow of steam is reached at the asymmetrical provision of a crest of consolidation of rather edge surfaces of a groove on a turbine shaft. The dependence of steam consumption through diaphragm consolidation at axial shift of a rotor of the steam turbine is set. The offered technique and the received results can be used for calculation of leakages of steam through labyrinth diaphragm seals of steps of the steam turbine and when calculating the axial force operating on a turbine step on varying duties of its work.

Keywords: labyrinth seal, diaphragm seal, steam turbine, rotor axial displacement, numerical simulation

Важной частью ступени паровой турбины является диафрагменное уплотнение, служащее для уменьшения протечки пара в радиальном зазоре между цилиндрической поверхностью вала и внутренней расточкой диафрагмы.

К диафрагменным уплотнениям предъявляется ряд требований по надежности:

– обеспечение минимальной протечки пара;

– простота и ремонтопригодность конструкции;

– обеспечение надежности работы бесконтактного уплотнения при возможном выборе радиального зазора между поверхностью вала турбины и диафрагмой;

– обеспечение надежности работы уплотнения при допустимом осевом смещении ротора турбины относительно статора.

В современных конструкциях турбин большое распространение получили диафрагменные лабиринтные уплотнения, как наиболее полно соответствующие вышеперечисленным требованиям. Типичная конструкция диафрагменных уплотнений паровых турбин средней и большой мощности представлена на рис. 1.

На нижней расточке диафрагмы закрепляются подпружиненные сегменты обоймы, на внутреннюю поверхность которых запрессовывается металлическая лента, образующая несколько кольцевых гребней

(усиков). На ответной поверхности вала турбины делаются под гребни канавки и выступы. Между гребнями и проточками на валу турбины образуются вихревые камеры. Радиальный зазор между гребнями уплотнения и поверхностью вала обычно составляет δ = 0,4–0,5 мм.

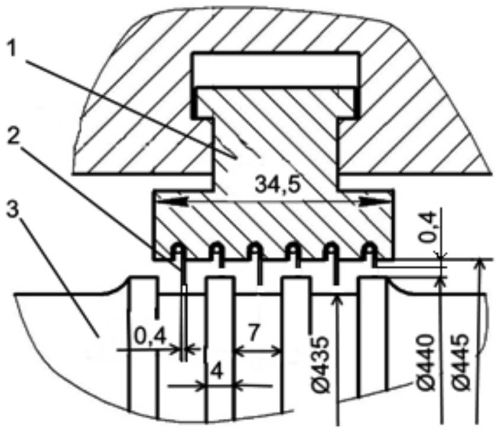


Рис. 1. Диафрагменное уплотнение паровой турбины: 1 – сегмент обоймы диафрагменного уплотнения; 2 – усики; 3 – вал турбины

При имеющемся перепаде давления на уплотнение пар проходит через узкие щели под каждым гребнем, его потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию, которая, в свою очередь, преобразуется в тепло за счет гашения скорости трением. Этот процесс повторяется от гребня к гребню, в результате чего давление пара вдоль лабиринта падает и, следовательно, уменьшается протечка пара через уплотнение.

На пусковых и переходных режимах работы паровой турбины наблюдается осевое смещение ротора относительно статора. Это объясняется неравномерным температурным расширением при прогреве или охлаждении массивного статора турбины и относительно легкого ротора. Величина относительного осевого смещения ротор-статор в паровых турбинах может достигать ±1,5–2,5 мм [1–3]. При этом происходит изменение положения усиков лабиринтного уплотнения относительно проточек на валу ротора турбины. Изменение размера вихревых камер, относительно их номинальных размеров, приводит к изменению протечки пара через диафрагменные уплотнения, что влияет на эффективность ступеней и величину осевого усилия, воспринимаемого упорным подшипником турбины.

Известны нормативные методики расчета утечки пара через лабиринтные уплотнения [4, 5]. Однако они позволяют рассчитать расход пара через лабиринтное уплотнение лишь при некотором номинальном (обычно среднем) расположении гребней относительно проточек на валу. Определить утечку пара при любом возможном положении гребней относительно проточек возможно предлагаемым далее методом. Методика основана на численном методе CFD.

Цель исследования заключается в исследовании влияния осевого смещения ротора паровой турбины на величину протечки пара через диафрагменное уплотнение ступени методами численного эксперимента. Это требует корректного выбора расчетной математической модели, включающей в себя расчетные уравнения и 3D-модель диафрагменного лабиринтного уплотнения. Для этого использовалась известная система уравнений движения вязкой жидкости.

Особенности расчетной модели

Численная математическая модель течения сжимаемого вязкого газа (водяного пара), использованная в расчетах, строится на классических уравнениях сохранения массы, импульса и энергии.

Уравнения в Декартовых координатах:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\rho u_i\right) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho u_i u_j\right) + \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\tau_{ij} + \tau_{ij}^R\right),$$

$$\frac{\partial \rho u_i h^*}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(u_j(\tau_{ij} + \tau_{ij}^R)\right) - \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_i} + \rho\varepsilon.$$

Здесь:

u – скорость потока;

p – статическое давление газа;

ρ – плотность газа;

$i, j = 1, 2, 3$ – номера осей координат (x, y, z);

$\tau_{ij} = \mu_t \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$ – тензор касательных напряжений для осей i, j;

τ_{ij}^R – тензор напряжений Рейнольдса для осей i, j;

$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon}$ – турбулентная вязкость в k-ε модели турбулентности;

$h^* = h + \frac{u^2}{2}$ – энтальпия потока пара по параметрам торможения.

Особенностями конструкции диафрагменных уплотнений паровой турбины является большой диаметр вала турбины

под уплотнением ($D \approx 440$ мм) и различие на порядок характерных геометрических размеров в уплотнении – радиального зазора ($\delta \approx 0{,}5$ мм) и ширины вихревых камер ($\approx$ 4–6 мм). Это обуславливает необходимость чрезмерно большого числа расчетных ячеек в модели при пространственном 3D-моделировании, что требует больших вычислительных ресурсов. Однако осесимметричная конструкция диафрагменного уплотнения и большой радиус кривизны гребней позволяют использовать квазидвумерную модель, что и реализовано в предлагаемой методике.

На рис. 2 приведена расчетная модель рассмотренного диафрагменного уплотнения. На рисунке показано номинальное положение гребней уплотнения относительно проточек на валу и направление положительного смещения ротора относительно неподвижных элементов конструкции уплотнения.

Густота расчетной сетки при моделировании выбиралась исходя из условия достижения сходимости по величине утечки пара с точностью до 1 %

Была выявлена большая чувствительность результатов расчета к густоте расчетной сетки в вихревых камерах и особенно в районе радиального зазора под гребнем уплотнения. Фрагмент конечного варианта расчетной сетки под гребнем уплотнения, обеспечивший требуемую сходимость, приведен на рис. 3.

На расчетную модель накладывались граничные условия, приведенные на рис. 4. Параметры пара выбирались характерными для первых ступеней паровых турбин средней мощности: давление пара на входе в ступень принято $p_1 = 5{,}4$ МПа, температура $t_1 = 500$ °С. Давление на выходе из ступени задавалось исходя из общего перепада давления на уплотнении: $\pi = \frac{p_1}{p_2} = 1{,}25–2{,}0$.

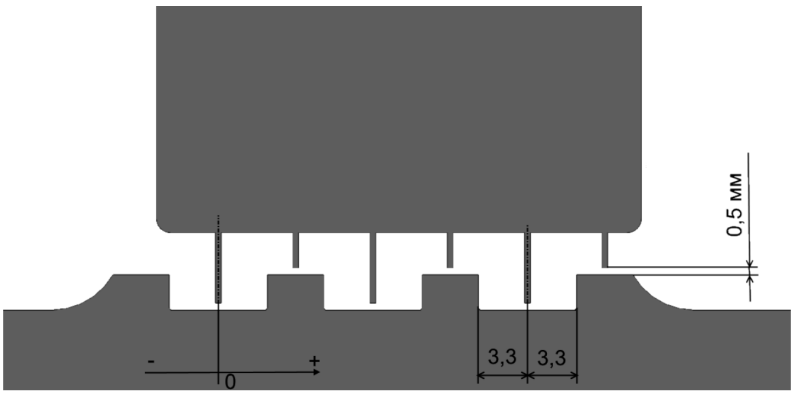


Рис. 2. Расчетная модель диафрагменного уплотнения паровой турбины

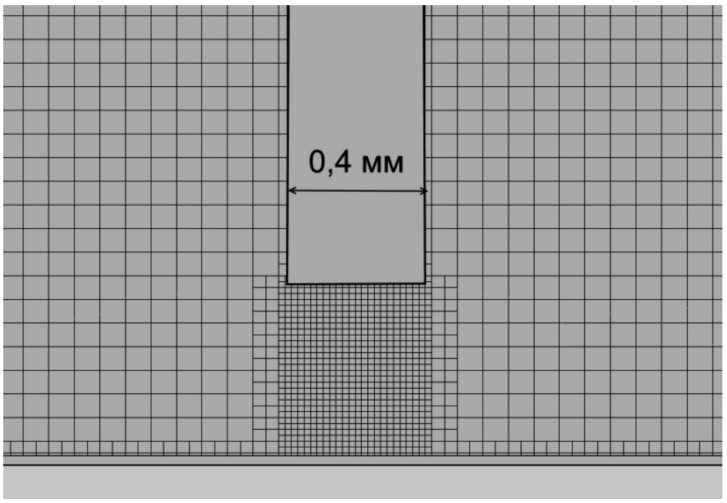


Рис. 3. Фрагмент расчетной сетки в области радиального зазора под гребнем диафрагменного уплотнения

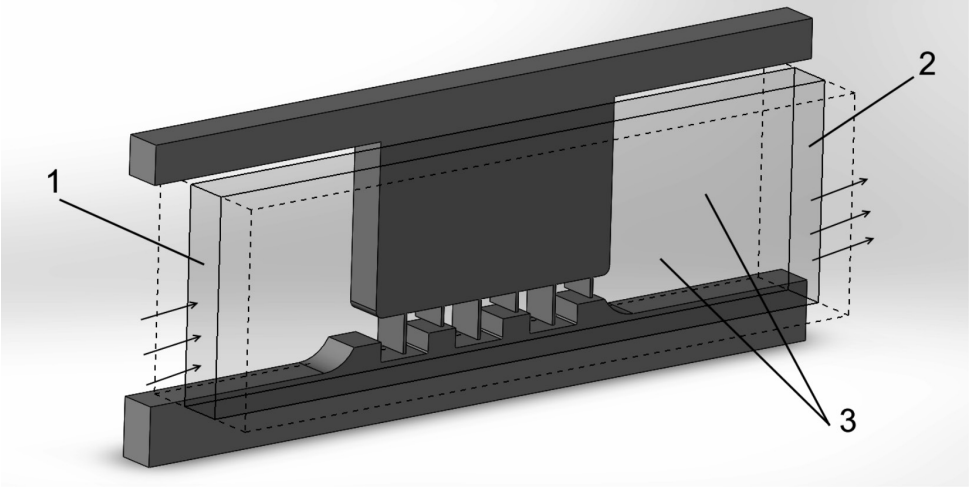


Рис. 4. Граничные условия на модели уплотнения: 1 – условие входа (статическое давление и температура пара); 2 – статическое давление пара на выходе; 3 – граничное условие симметрии

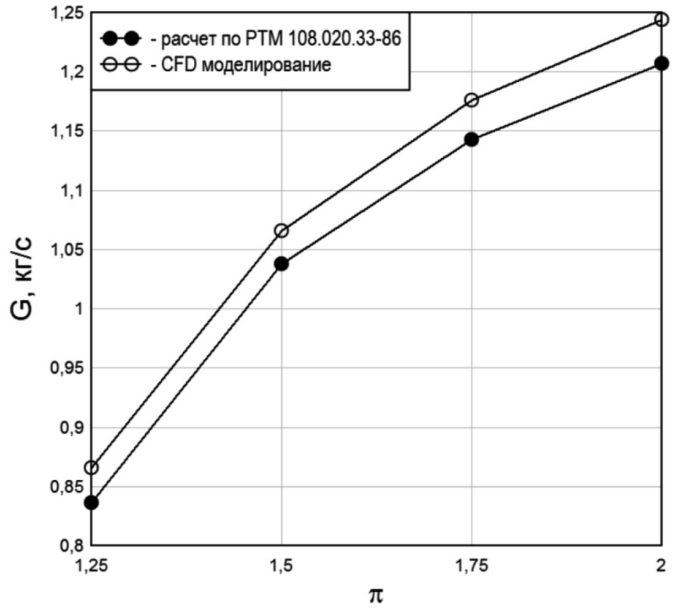


Рис. 5. Расход пара через диафрагменное уплотнение в зависимости от перепада давления на диафрагму

Для верификации расчетной модели выполнено сравнение полученных при численном моделировании данных с результатами, полученными при использовании нормативных расчетных методик [5]. Сравнение результатов, полученных указанными методами, при симметричном расположении гребней уплотнения относительно проточек ротора представлено на рис. 5.

Результаты, полученные с помощью CFD моделирования, отличаются от данных, полученных с помощью нормативных расчетных методик, на величину менее 3,5 %, что позволяет сделать вывод об адекватности использованной расчетной модели.

Результаты моделирования

Полученная в результате CFD моделирования графическая зависимость протечек пара через рассмотренное диафрагменное уплотнение ступени паровой турбины от осевого смещения ротора и перепада давления на уплотнение представлена на рис. 6.

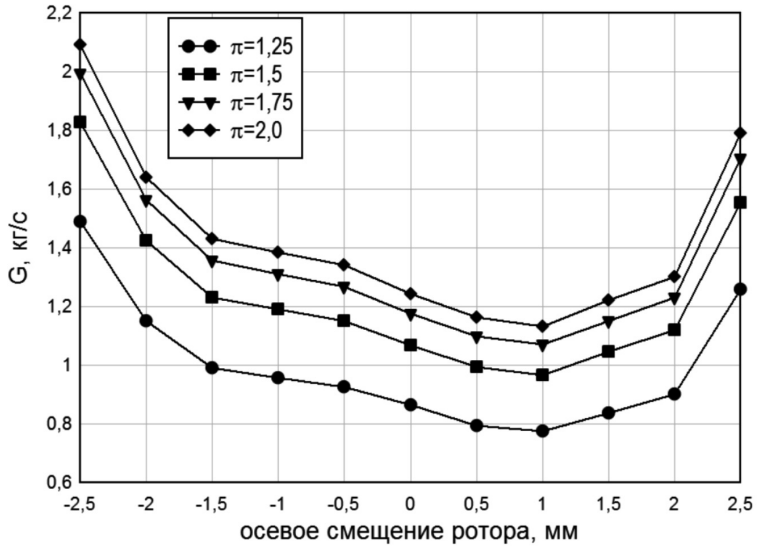


Рис. 6. Влияние осевого смещения ротора турбины на величину протечек пара через диафрагменное уплотнение

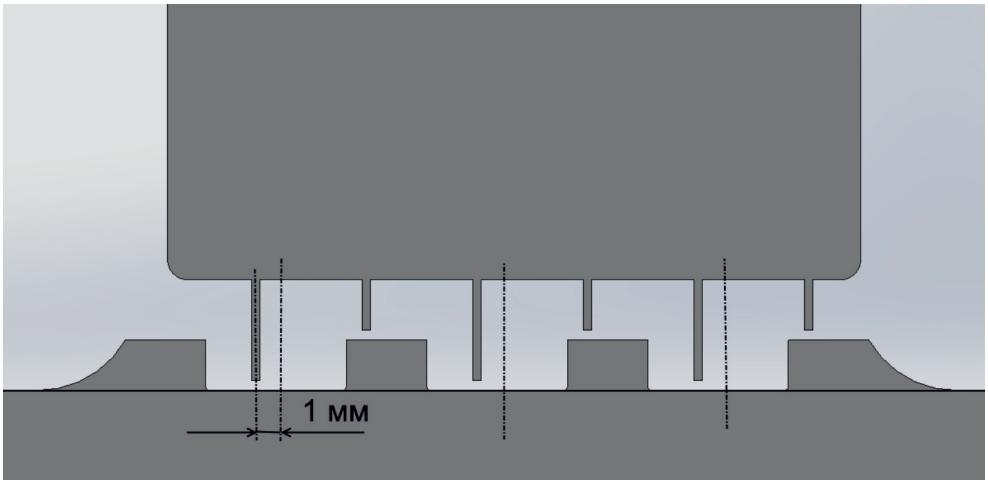


Рис. 7. Положение гребней уплотнения, обеспечивающее минимальные протечки пара через уплотнение

Установлено значительное влияние осевого смещения ротора турбина на величину протечек пара через уплотнение. Минимальное значение протечек пара достигается при несимметричном положении гребня уплотнения относительно торцевых поверхностей проточки на валу турбины.

Положение гребней уплотнения, обеспечивающее минимальный расход через уплотнение, показано на рис. 7. При этом положении протечки пара через уплотнение на 10 % меньше, чем при симметричном положении гребней.

Осевой сдвиг вала турбины относительно этого положения на величину ±1 мм приводит к возрастанию расхода протечек пара через уплотнение на величину порядка 15–23 %.

Выводы

1. Проведена верификация вычислений протечек пара через диафрагменное лабиринтное уплотнение паровой турбины.

2. Выявлена большая чувствительность результатов моделирования к густоте расчетной сетки в вихревых камерах и особенно в районе радиального зазора под гребнями уплотнения.

3. Установлена зависимость протечки пара через диафрагменное уплотнение при осевом сдвиге ротора паровой турбины.

4. Предлагаемая методика и полученные результаты могут быть использованы для расчета протечек пара через лабиринтные диафрагменные уплотнения ступеней паровой турбины и при расчете осевого усилия, действующего на ступень турбины на переменных режимах ее работы.

Список литературы

1. Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д. Паровые и газовые турбины для электростанций: учебник. М.: МЭИ, 2016. 557 с.

2. Гольдберг А.А., Иоффе Л.С., Коган П.В., Култышев А.Ю., Сахнин Ю.А., Степанов М.Ю., Шехтер М.В., Шибаев Т.Л. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода для ПГУ. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2015, 168 с.

3. Родионов Н.Г. Генерация энергии – это просто! Учебное и научно-популярное издание. Калуга: Золотая аллея, 2019. 400 с.

4. Ильичев В.Ю., Юрик Е.А., Ибрагимов С.В. Разработка методики определения осевых усилий, возникающих в лабиринтных уплотнениях паровых турбин // СтройМного. 2018. № 1 (10). С. 3.

5. РТМ 108.020.33-86 Уплотнения лабиринтные стационарных паровых и газовых турбин и компрессоров. Проектирование и расчет. НПО ЦКТИ, 1988. 73 с.

УДК 658.5

ПРИМЕНЕНИЕ DCOR-МОДЕЛИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Зарайченко И.А., Галимулина Ф.Ф., Лубнина А.А.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: irina-zar@mail.ru, 080502e_m@mail.ru, alsu1982@yandex.ru

В статье предложена методика моделирования инновационных бизнес-процессов на основе семантического анализа текстовых документов в контексте нотаций DCOR-модели. Сущность методики заключается в последовательных этапах: семантический анализ концептов и анализ последовательности. Семантический анализ проводится в несколько этапов. Первый этап сводится к выявлению близости документов на основе расчета «весов» концептов. После этого рассчитывается семантическая близость концептов текущих регламентирующих документов и нотации DCOR-модели на основе алгоритма определения минимального расстояния между вершинами графа, определяющими близость концептов. Далее на основе сравнения последовательностей задач и операций проводится анализ последовательности выполнения операций. В результате реализации данной методики формируется концептуальная модель инновационного бизнес-процесса в контексте нотации DCOR, что является основой для последующей оптимизации структуры бизнес-процесса по следующим направлениям: исключение дублирования, объединение семантически схожих операций, применение лучших практик референтной модели. В отличие от традиционного подхода применение инструментов семантического анализа позволит повысить качество построенных моделей, а также сократить затраты человеческих ресурсов по их построению. Развитием данного метода является разработка инструментов автоматизированной оптимизации бизнес-процессов.

Ключевые слова: DCOR-модель, референтная модель, инновационный процесс, проектирование бизнес-процесса, семантический анализ, алгоритм, семантическая сеть, семантическая модель предметной области

APPLICATION OF THE DCOR MODEL IN MODELING BUSINESS PROCESSES BASED ON SEMANTIC ANALYSES

Zaraychenko I.A., Galimulina F.F., Lubnina A.A.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: irina-zar@mail.ru, 080502e_m@mail.ru, alsu1982@yandex.ru

The article proposes a technique for automated modeling of innovative business processes based on semantic analyses tools in the context of DCOR model notations. The essence of the methodology consists in sequential stages: semantic analysis of concepts, sequence analysis. Semantic analysis is carried out in several stages. The first stage is reduced to identifying the proximity of documents based on the calculation of the “weights” of concepts, then a semantic network of documents is formed and the degree of their proximity is assessed. After that, the semantic proximity of the concepts of the current regulatory documents and the notation of the DCOR-model is calculated based on the algorithm for determining the minimum distance between the graph vertices that determine the proximity of the concepts. Further, based on a comparison of the sequences of tasks and operations, the sequence of operations is analyzed. As a result of the implementation of this technique, a conceptual model of an innovative business process is formed in the context of the DCOR notation, which is the basis for the subsequent optimization of the structure of the business process in the following areas: elimination of duplication, unification of semantically similar operations, application of the best practices of the reference model. In contrast to the traditional approach, the use of semantic analyses tools will improve the quality of the constructed models, as well as reduce the cost of human resources for their construction. Development of this method is the development of tools for automated optimization of business processes.

Keywords: DCOR model, reference model, innovation process, business process design, semantic analysis, algorithm, semantic network, semantic domain model

Процессный подход в практику управления отечественными предприятиями вошел относительно недавно, в связи с этим острой проблемой стало построение качественной модели бизнес-процессов. Инструментом анализа и корректировки процессов в организации является бенчмаркинг на основе референтных моделей (SCOR, DCOR). Проблема применения этих моделей заключается в сложности построения схем процессов «как есть», так как имеет место склонность исполнителей субъективно трактовать содержание, входы и выходы, последовательность операций и процедур в рамках реализации процесса. Такая ситуация осложняется многовариантностью бизнес-процессов в зависимости от конкретных условий их реализации, что в условиях динамичной внешней и внутренней среды становится краеугольным камнем построения эффективной системы бизнес-процессов, лежащей в основе их автоматизации. Проблема неопределенности внешней среды обостряется в рамках решения задачи

реализации инновационных процессов, так как данный тип бизнес-процессов характеризуется наиболее высоким уровнем неопределенности и стохастичности прогнозных моделей.

Данная проблема может быть решена на основе применения аналитических инструментов семантического анализа, основанных на применении цифровых инструментов анализа текстовых документов [1]. В основе данного подхода лежит исследование текстовых документов с помощью методов семантического анализа и последующее моделирование бизнес-процесса на его основе в рамках нотации DCOR-модели. Широкое распространение информационных технологий во всех сферах деятельности приводит к накоплению значительного объема данных не только в форме текстовых регламентирующих документов, но и в форме деловой переписки, данных ERP-систем, автоматизированных систем управления проектами и т.п. [2, 3]. Анализ такого рода информации на основе методов семантического анализа позволит минимизировать субъективное влияние исполнителей и исследователей на модель процесса и повысить ее качество.

Целью данного исследования является выявление особенностей применения инструментов семантического анализа для моделирования инновационных бизнес-процессов в рамках методологии DCOR-модели, а также разработка процедуры моделирования инновационного бизнес-процесса на основе инструментов семантического анализа. Отмеченная цель определяет перечень задач данной работы:

– изучить специфику применения инструментов семантического анализа регламентирующих документов, для построения модели бизнес-процесса разработки и коммерциализации инновационного продукта или технологии;

– исследовать количественные индикаторы семантического анализа регламентирующих документов;

– разработать процедуру моделирования инновационных бизнес-процессов, базирующуюся на методах семантического анализа и встраивания его результатов в методологию DCOR-модели.

Материалы и методы исследования

Перечень выбранных методов исследования обоснован поставленными задачами и характером предметной области. Были использованы:

– методология DCOR-модели, разработанная Международным Советом по логистике, включающая в себя рекомендации по структуре и содержанию бизнес-процесса создания и коммерциализации инновационного продукта;

– методы семантического анализа текста, направленные на выявление концептов в документах, выявление семантической и смысловой связи концептов. Применение данного метода обосновано необходимостью анализа соответствия текущего состояния бизнес-процесса и адаптации его в рамках методологии DCOR. В частности, методика построения семантической сети и расчета веса концепта для визуализации и сравнения регламентных документов;

– метод графов в качестве основы для алгоритмов семантического анализа и расчета количественных показателей семантической связи концептов.

Синтез отмеченных методов в рамках процедуры моделирования позволяет разработать модель инновационного процесса, отражающую текущее состояние бизнес-процесса в нотации DCOR-модели.

Результаты исследования и их обсуждение

Методология DCOR-модели была предложена и актуализируется международным Советом по логистике и представляет собой логическое продолжение концепции SCOR-модели. Логика применения данных инструментов определяется использованием их в качестве стандартов и моделей совершенствования бизнес-процессов в цепях поставок. Если SCOR-модель определяет характер текущей деятельности организации, то DCOR-модель – Design Chain Operations Reference model (DCOR, Рекомендуемая модель операций в цепях проектирования) отражает особенности процессов создания и диффузии инноваций, их встраивания в структуру бизнес-процессов организации [4]. Объектами модели являются три различных направления инновационных процессов: Product Refresh (обновление продукта), New Product (новый продукт), New Technology (новая технология). В рамках данной модели выделено пять основных управленческих процессов: Plan (планирование), Research (исследование), Design (проектирование), Integrate (интеграция), Amend (совершенствование). Таким образом, данный инструмент представляет собой метод анализа и оптимизации бизнес-процессов организации, базирующийся на использовании «лучших практик» и сравнения их с текущим состоянием организации.

Применение DCOR-модели в качестве базового конструкта при моделировании бизнес-процессов организации обосновано ее универсальностью, а также актуальным

набором инструментов и лучших практик по выстраиванию инновационных процессов в организационных структурах мирового уровня. Вместе с этим применение DCOR-модели не является уникальным и новым направлением научных исследований, однако сложность представляет собой ее адаптация при наложении на текущие бизнес-процессы организации. Так, в работе C. Ou-Yang, I.H. Yin & Y.C. Juan [5] предлагается метод моделирования бизнес-процессов на основе семантического анализа и применения методологии качественного анализа полученных результатов на основе «обоснованной теории» (grounded theory). Методология семантического анализа для моделирования бизнес-процессов эффективно выстраивается на инструментах анализа Big data, так как включает в себя математический анализ закономерностей неколичественных данных: предполагается анализ степени близости терминологических определений основных этапов регламентированного бизнес-процесса и референтной модели. После этого существующий бизнес-процесс на основе анализа полученных количественных данных модернизируется на основе подходов референтной модели с целью исключения дублирования функций и избыточных процессов. Далее проводится оценка полученных данных на основе опросов исполнителей и качественного анализа полученных результатов. В целом данная методика представляет собой достаточно интересный подход, однако существенная сложность заключается в подходе к семантическому анализу, весьма чувствительному к качеству перевода терминологической базы описательной части процесса и DCOR-модели.

В связи с этой проблемой определяется необходимость адаптации методики семантического анализа в рамках исследуемого подхода для построения алгоритма автоматизации моделирования бизнес-процесса. В этой связи интересным представляется подход, представленный в работе А.В. Вицентия и др., который предлагает методологию машинного анализа текстовых документов на основе построения семантической модели предметной области (СМПО) [6], которая представляет собой «структуру взвешенных семантических отношений. СМПО позволяет реализовать процедуры извлечения и хранения множественного контекста употребленных в документах понятий, частично решая проблему совместимости новой информации с уже накопленными знаниями, а также выявить противоречия в семантических образах документов в случае, если новая информация противоречит накопленной». Иными словами построение модели СМПО для бизнес-процесса разработки и коммерциализации нового продукта является базой для автоматизированного анализа и синтеза текущего состояния «как есть» и перспективного совершенствования на основе применения DCOR-модели. То есть фактически задачей построенной модели СМПО является формирование единообразной системы информации о бизнес-процессе, находящейся в одной «системе координат» с референтной моделью. Для построения семантической модели документа авторы предлагают использовать метод «"Semantic Network" – этот метод визуализирует семантическую модель документа в виде семантической сети. Семантическая сеть документа состоит из понятий документа и различных типов отношений между ними» [2]. Таким образом, задача анализа инновационного процесса сводится к построению семантической модели существующих регламентов, сравнение этой модели с документом DCOR-модели.

Вместе с этим актуальной остается задача математической интерпретации смысловых связей регламентирующих документов, анализ которых позволит реализовать задачи построения текущей модели бизнес-процесса. Один из подходов предполагает определение «веса» термина или семантического концепта, который определяется числом вхождений термина *t* в документе *d*, обозначаемым *tf* (term frequency) [7]. В ситуации наличия статистических данных об использовании терминов в наборе документов выполняется схема вычисления веса *tf-idf*, определяемая следующим образом:

$$idf_i = log \frac{N}{df_i}, \qquad (*)$$

где *df* – частота документа, определяемая как количество документов в коллекции, содержащих *t*, *idf* – обратная частота документа, *N* – общее количество документов в коллекции.

В рамках данного исследования была построена СМПО нотации DCOR-модели и регламента реализации бизнес-процесса «Разработка нового продукта» действующего производственного предприятия пищевой промышленности на основе метода «Top 100 words» (табл. 1).

Как видно из табл. 1, данный вид анализа позволил выявить высокую степень различий в семантике двух документов. В результатах анализа среди семантического ядра документа выявлены только два концепта, схожие в двух документах.

Для оценки семантической связи документов целесообразно исследовать регламентные документы и актуальную версию DCOR-модели на основе алгоритма, представленного в работе М.И. Варламова и А.В. Коршунова, который лежит в основе информационно-аналитической системы Текстерра [8]. Согласно данному алгоритму автор оценивает степень смысловой близости концептов посредством анализа графов ссылок Википедии и расчета величины кратчайшего пути [8]:

$$\min\{\delta_{uw} + \delta_{wv} | w, \delta_{uw} \in L(u), w, \delta_{uv} \in L(v)|\},$$

где $L(u)$, $L(v)$ – метки вершин u и v (концепты – ссылки), δ_{uw} – расстояние между u и w, и расстояние между w и v соответственно.

На основе данного алгоритма оценивается соответствие текущих процессов и процедур в структуре бизнес-процесса с аналогичными процессами, описанными в методологии DCOR. При этом важной особенностью является расчет двух показателей семантической близости: показатель действия элемента процесса и показатель объекта элемента процесса. Например, в регламентирующем документе выделен процесс «формирования идеи», данный процесс включает действие, обозначенное термином «формирование» и объектом «идеи», аналогично для процесса «R2.1 Receive & Validate Request» (получение и идентификация запроса) в DCOR-модели можно выделить блок «действия» (получение и идентификация) и блок «объекта» (запрос), поэтому оценка семантической связи предполагает две оценки: оценка связи «действия» и «объекта». В табл. 2 представлен фрагмент структуры использованных в исследовании концептов.

Таблица 1

Результаты количественного семантического анализа по методу «Top 100 words» (фрагмент)

Регламент бизнес-процесса	TF-IDF	Описание DCOR-модели (APICS)	TF-IDF
Проекта	124	**Процесс**	140
Продукта	91	Элемент	129
Руководитель	81	Модель	128
Процесс	79	Уровень	125
нового продукта	78	Цепочки	118
план	77	Планирование	117
руководитель проекта	76	элемент процесса	115
этапе	74	Метрика	114
затрат	67	связанной	113
рынок	67	показатели	112
документа	65	дизайн	111
npd	64	исследование	111
вывод	64	**проектирование**	111
проектирование	63	производительности	111
продукта на рынок	63	интеграция	110
проекта команда	62	поставок	110
работ	62		

Таблица 2

Структура концептов, использованных в исследовании

	Действие	Объект
Регламент		
1.1. Формирование идеи	Формирование	Идея
1.2. Работы по регистрации знака	Регистрация	Знак
2. Формирование и утверждение проекта	Формирование, утверждение	Проект
3. Формирование плана проекта	Формирование, план	Проект
4. Разработка и освоение производства нового продукта	Разработка, производство	Продукт
5.1. Подготовка запуска вывода продукта на рынок	Подготовка, вывод	Рынок
DCOR-модель		
R2.1. Receive & Validate Request	Receive, validate	Request
R2.2. Schedule Research Activities	Schedule, Research	Activities
R2.5. Transfer Findings /Materials	Transfer	Materials
R2.6. Authorize Supplier Payment	Authorize	Payment

Таблица 3

Результаты расчета показателей семантической связи для некоторых концептов бизнес-процессов

	D2.1 Получение, подтверждение и декомпозиция	D2.2 Планирование производственных мероприятий	ED.2 Управление показателями производства	ED.3 Управление информацией о производстве	ED.5 Управление производственными мощностями	ED.8 Мониторинг соответствия плановым показателям	ED.9 Управление интеллектуальной собственностью
1.1. Формирование идеи	(0,62; 0,53)	(0; 0,01)	(0,08; 0)	(0,12; 0)	(0,0; 24)	(0,35; 0)	(0,06; 0,02)
1.2. Работы по регистрации знака	(0,12; 0)	(0,08; 0,13)	(0,12; 0,22)	(0,11; 0)	(0; 0,03)	(0; 0,01)	(0,51; 0,67)
2. Формирование и утверждение проекта	(0; 0,01)	(0,73; 0,44)	(0; 0,01)	(0,07; 0,04)	(0,12; 0)	(0,06; 0,02)	(0; 0,14)
3. Формирование плана проекта	(0; 0)	(0,72; 0,58)	(0,11; 0,05)	(0; 0)	(0,14; 0,08)	(0; 0)	(0,05; 0,09)
4. Разработка и освоение производства нового продукта	(0; 0,07)	(0; 0)	(0,07; 0,17)	(0; 0,08)	(0,61; 0,3)	(0,12; 0)	(0; 0,01)
5.1. Подготовка запуска вывода продукта на рынок	(0,11; 0,05)	(0; 0,03)	(0,71; 0,48)	(0; 0,04)	(0,06; 0,02)	(0,11; 0)	(0; 0)
5.2. Обеспечение достижения целевых рыночных задач проекта	(0; 0,01)	(0; 0)	(0,12; 0)	(0,51; 0,43)	(0,08; 0,13)	(0,61; 0,72)	(0,05; 0,1)
6. Оценка и контроль финансовых показателей проекта	(0; 0)	(0,21; 0,11)	(0,48; 0,52)	(0; 0)	(0,07; 0,04)	(0,06; 0,2)	(0; 0,02)

Результаты расчета показателей семантической связи для некоторых концептов бизнес-процессов представлены в табл. 3. Цветом в таблице выделены значения семантической близости, имеющие значимые величины. Таким образом, на основе семантического анализа было выявлено соответствие бизнес-процессов регламента предприятия и бизнес-процессов DCOR-модели. На основе выявленной связи построим схему реализации бизнес-процесса в нотации DCOR-модели (рисунок).

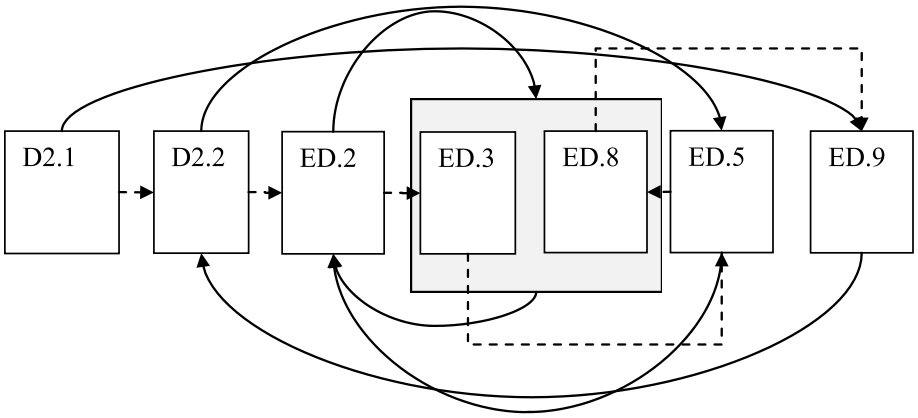


Схема последовательности выполнения операций «как есть».
Примечание. Пунктирной линией обозначена логика DCOR-модели, сплошной линией – фактическая логика реализации процесса в исследуемой организации

На основе результатов сравнительного моделирования текущего бизнес-процесса в нотации DCOR можно сделать следующие выводы:

– процессы ED3, ED8 в текущем регламенте представляют собой единый процесс;

– последовательность реализации элементов бизнес-процесса не соответствует логике DCOR-модели;

– на основе выявленного соответствия можно применять сформулированные в DCOR-модели лучшие в практике в рамках аналогичных бизнес-процессов.

На данном этапе сформирована модель текущего состояния бизнес-процесса создания нового продукта в контексте нотации DCOR-модели. Данная схема является объективным описанием модели бизнес-процесса «как есть» и является основой для дальнейшей оптимизации. На основе данной модели можно решить следующие задачи оптимизации бизнес-процесса:

– выявление дублирующих задач, функций, процессов (отражает цикличность процессов);

– необходимость объединения процессов на основе выявления семантической связи описания содержания процесса;

– применения описанных «лучших практик» для совершенствования эффективности бизнес-процесса.

Заключение

Таким образом, можно систематизировать процедуру анализа процесса разработки и коммерциализации инновационного продукта как последовательность следующих этапов:

– анализ структуры и весов терминов *idf* с целью определения соответствия общей структуры и содержания бизнес-процессов с методологией DCOR. На данном этапе сравнивается перечень выявленных концептов, а также сравнение полученных «весов» с аналогичными значениями текущей версии DCOR-модели, разработанной Международным Советом по логистике;

– далее на основе метода «semantic network» строится модель регламентирующих документов, отражающая схематическую модель инновационного процесса организации и сравнения ее структуры с семантической сетью нотации DCOR-модели;

– этап количественного автоматизированного семантического анализа на основе алгоритма определения кратчайшего пути графа, что позволяет выявить наиболее семантически близкие описания бизнес-процессов и процедур в регламентирующих документах и нотации DCOR-модели;

– построения модели последовательности выполнения процедур и процессов в текущем состоянии в нотации DCOR.

Развитием данного исследования является разработка методики автоматизированной оптимизации моделей бизнес-процессов посредством применения инструментов

машинного обучения. Безусловно, автоматизация систем моделирования бизнес-процессов позволяет существенно развивать управленческие технологии, в том числе за счет снижения трудоемкости аналитической работы по обработке неструктурированных данных о бизнес-процессах. В отличие от традиционного подхода управление на основе количественных данных позволяет решать новые управленческие задачи, в частности задачи моделирования бизнес-процессов на основе анализа текстовых документов. Вместе с этим очевидна необходимость развития методов семантического анализа в контексте отмеченных задач, так как текущие подходы в большей степени ориентированы на решение маркетинговых задач. Современные автоматизированные системы управления в наибольшей степени ориентированы на решение задач контроля и планирования на основе количественных данных, в то время как значительная часть управленческих решений в области построения и моделирования бизнес-процессов остается прерогативой человека. Вместе с этим в условиях динамичных управленческих задач возникает острая необходимость автоматизации решения такого рода задач, что обусловлено необходимостью, с одной стороны, оптимизировать затраты управленческих ресурсов, а с другой, устранить вероятность субъективности и неэффективности принимаемых в данной области управленческих решений.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет применять методы и инструменты семантического анализа текстовых документов для построения модели бизнес-процесса в нотации DCOR-модели, что предполагает последующую модернизацию процесса на основе лучших практик.

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

Список литературы

1. Шинкевич А.И., Барсегян Н.В. Пути повышения эффективности организации производственных процессов на нефтехимических предприятиях за счет применения систем автоматизации // Русский инженер. 2019. № 4. С. 48–51.

2. Lubnina A.A., Shinkevich M.V., Yalunina E.N., Gaydamashko I.V., Savderova A.F., Komissarova M.A. Innovative strategy for improving the efficiency of industrial enterprises management. Espacios. 2018. T. 39. № 9. P. 25.

3. Сучков М.А., Галимулина Ф.Ф. Принципы управления криптоданными в рамках инновационного развития информационной среды предприятия // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 5 (107). С. 152–154.

4. Сергеев В.И. DCOR моделирование как развитие стандарта SCOR-модели // Логистика и управление цепями поставок. 2008. № 4 (27). С. 8–13.

5. Ou-Yang C., Yin I.H., Juan Y.C. A DCOR-based NPD process redesign approach with grounded theory evaluation. South African Journal of Industrial Engineering. 2019. Vol. 30 (2). P. 45–60.

6. Вицентий А.В., Шишаев М.Г., Диковицкий В.В. Опыт использования визуализации семантических моделей документов для экспресс-контент-анализа (на примере нормативно-правовых актов, регламентирующих развитие пространственно-распределенных систем) // Труды Кольского научного центра РАН. 2018. № 10–9 (9). С. 99–111.

7. Salton G., McGill M.J. Introduction to modern information retrieval. McGraw-Hill, 1983.

8. Варламов М.И., Коршунов А.В. Расчет семантической близости концептов на основе кратчайших путей в графе ссылок Википедии // Машинное обучение и анализ данных. 2014. Т. 1. № 8. С. 1107–1125.

УДК 621.787

УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

Малышев В.Н.

ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», Москва, e-mail: vmal@inbox.ru

Представленный в работе сравнительно новый метод упрочнения рабочих поверхностей базируется на методе сварки трением с перемешиванием (Friction Stir Welding – FSW) и используется довольно широко в последнее время, в особенности за рубежом. В нашей стране он малоизвестен и недостаточно распространен. Суть метода заключается в механо-термическом воздействии на обрабатываемую поверхность специальным инструментом в сочетании с армированием поверхности упрочняющими частицами карбидов, оксидов, боридов металлов. За счет пластической деформации и равномерного распределения армирующих частиц в упрочняемом слое создается мелкозернистая структура, обогащенная армирующими частицами. На примере использования армирующих частиц карбидов кремния и молибдена показано, что обработка алюминиевого сплава 2024 (Д16Т) этим методом позволяет повысить до 20–36 % микротвердость упрочненной зоны и снизить в два раза износ, по сравнению с исходной поверхностью. Отмечается необходимость выбора правильных режимов формирования для получения качественного упрочненного слоя с равномерным распределением армирующих частиц. При этом сочетание высокой скорости вращения инструмента с относительно высокой скоростью его перемещения по обрабатываемой поверхности создает необходимый тепловой режим обработки, обеспечивающий оптимальные условия формирования упрочненного слоя. Преимущества рассматриваемого метода, заключающиеся в низком потреблении энергии и относительной простоте, предполагают возможное расширение его применения в промышленности.

Ключевые слова: упрочнение поверхности, обработка трением с перемешиванием, алюминиевые сплавы, армирующие частицы

STRENGTHENING OF WORKING SURFACES BY FRICTION STIR PROCESSING

Malyshev V.N.

National Gubkin University of Oil and Gas, Moscow, e-mail: vmal@inbox.ru

The relatively new method of working surfaces hardening presented in this work is based on the friction stir welding (FSW) method and has been quite widely used recently, especially abroad. In our country, it is little known and not widespread enough. The essence of the method lies in the mechanical-thermal effect on the treated surface with a special tool in combination with surface reinforcement by hardening particles of carbides, oxides, and borides of metals. Due to plastic deformation and uniform distribution of reinforcing particles in the hardened layer, a fine-grained structure enriched with reinforcing particles is created. On the example of using reinforcing particles of silicon carbides and molybdenum carbides, it is shown that the processing of aluminum alloy 2024 (D16T) by this method makes it possible to increase up to 20-36 % the microhardness of the hardened zone and to decrease the wear by two times, in comparison with the original surface. There is noted the need to select the correct modes of formation to obtain a high-quality hardened layer with a uniform distribution of reinforcing particles. With the combination of a high speed of rotation of the tool and relatively high speed of its movement along the treated surface is created the necessary heat mode, which provides optimal conditions for the formation of a hardened layer. The advantages of this method are low energy consumption and relative simplicity that suggest a possible expansion of its application in industry.

Keywords: strengthening of surface, friction stir processing, aluminum alloys, reinforcing particles

Процесс упрочнения методом сварки трением с перемешиванием возник на основе собственно самого процесса сварки трением с перемешиванием (Friction Stir Welding – FSW) и представляет собой способ изменения физико-механических свойств металла в твердом состоянии посредством интенсивной локальной пластической деформации, которая осуществляется за счет вращения и перемещения нерасходуемого инструмента под определенной нагрузкой.

Упрочнение происходит за счет формирования мелкозернистой структуры без изменения фазы путем интенсивного перемешивания. За счет этого повышается твердость материала, устраняются различные дефекты, уменьшается ликвация.

Повышения твердости можно добиться также путем введения упрочняющих компонентов, имеющих высокую твердость, в зону перемешивания, например карбидов, оксидов, боридов металлов. Такие компоненты будут выступать в роли армирующих частиц, в то время как упрочняемый материал будет играть роль матрицы, образуя тем самым композиционный материал. Армирование металлической матрицы твердыми частицами позволяет также повысить и общую износостойкость поверхности. Известные современные методы обработки поверхностей и нанесения покрытий позволяют формировать на поверхности подобный композиционный материал в виде металло-матричного композита (ММК), наполненного упрочняющими частицами.

При этом одной из основных проблем при формировании ММК является равномерность распределения армирующих частиц в матрице. Решение этой проблемы следует искать в оптимальном соотношении как поверхностных, так и объемных свойств армирующих частиц.

Упрочение методом обработки трением с перемешиванием (ОТП) или (Friction Stir Processing – FSP) относится к методам упрочнения поверхности в твердом состоянии и обеспечивает, при добавлении в обрабатываемую зону твердых частиц, формирование в поверхностном слое композиционного материала со структурой, отличающейся сильно измельченными зернами как основного материала, так и армирующих частиц, что положительно влияет на его механические свойства. При этом зачастую дисперсия достигается на наноуровне [1]. Кроме того, при такой обработке [2] улучшается также микроструктура поверхности материала.

Ввод тепловой энергии в материал осуществляется инструментом при его сложном движении – вращательном и одновременно поступательном. В зоне перемешивания (ЗП) температура материала повышается до величины (0,6–0,9) $T_{пл}$ и происходит значительное его размягчение. При этом формируется ультрамелкозернистая (УМЗ) [3], а в некоторых случаях даже нанозернистая (НЗ) структура [4]. Одновременно с этим ускоряются и рекристаллизационные процессы в самом матричном материале, которые можно наблюдать также в других методах пластической деформации (ПД). Безусловно, трибологический аспект этого процесса [5] следует также учитывать, поскольку именно процесс трения в данном методе является основным поставщиком тепловой энергии.

Целью настоящей работы является получение композиционного материала с включением армирующих частиц путем обработки трением с перемешиванием, изучение упрочняющего эффекта при его формировании и исследование механических и триботехнических характеристик.

Материалы и методы исследования

Для проведения экспериментов в качестве основного материала использовали алюминиевый сплав 2024 (Д16Т). Твердые частицы MoC, TiC, SiC и Al_2O_3 различного фракционного состава (50–150 мкм) использовали для армирования. Предварительно, в пластине толщиной 6 мм, параллельно меньшей стороне пластины с шагом 25 мм, нарезались канавки шириной 1,5 мм и глубиной от 1,5 до 4,0 мм. Различие в глубине канавки позволяло менять объем армирующих частиц.

Процесс упрочнения осуществляли за два прохода [6]: первым проходом осуществляли фиксацию армирующих частиц в канавке и ее закрытие. Для этого использовался беспиновый инструмент, представлявший собой цилиндрический валик диаметром 16 мм с плоским торцом из быстрорежущей стали Р6М5. Вторым проходом осуществлялся сам процесс упрочнения. Для второго прохода использовали уже инструмент с пином (рис. 1), который также представлял собой валик диаметром 16 мм (плечо), но в торце имелся выступающий штифт (пин) диаметром 6 мм у основания и 4 мм – у вершины, высотой от 1,5 до 4,5 мм (в зависимости от глубины канавки). В качестве оборудования для обработки трением с перемешиванием использовали обычный вертикально-фрезерный станок. Нагрузка на инструмент была в пределах от 1 до 5 кН.

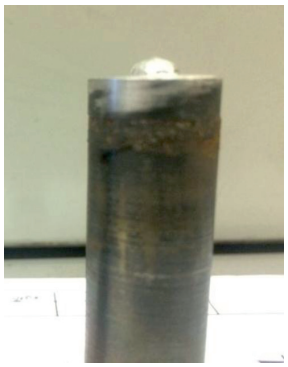


Рис. 1. Основной инструмент из быстрорежущей стали Р6М5

Как известно, основу любого технологического процесса и его успешность составляют правильно выбранные основные параметры, оказывающие на него влияние, или по-другому – режимы. В процессе ОТП к ним следует отнести три параметра:

– главное движение инструмента – вращение вокруг своей оси, об/мин;

– подача инструмента – трассирование, мм/мин;

– нагрузка на инструмент, кн.

Значимость параметров обработки располагается именно в таком порядке, как указано выше. Наибольшее значение при формировании упрочненного слоя имеют первые два параметра, а именно: частота вращения и подача инструмента. Первый параметр имеет решающее значение, поскольку, если обороты вращения инструмента невысоки (< 500 об/мин), то генерируемого тепла оказывается недостаточно для достижения необходимой пластичности металла [7]. Величина этого параметра

должна начинаться от 800 об/мин и выше. Низкая скорость трассирования [8] также не позволяет получить качественную поверхность, из-за нехватки тепловой энергии для формирования мелкозернистой структуры. Если рассматривать соотношение скоростей вращения и подачи инструмента, то оптимум следует искать в диапазоне 28–43 [9]. Это означает, что как первый, так и второй параметры должны находиться в интервале средних или высоких скоростей. Только в этом случае генерируемого тепла будет достаточно для нагрева алюминиевого сплава до состояния размягчения, устранения возможных дефектов в процессе пластической деформации и формирования ультрамелкозернистой структуры. В работе была выбрана частота вращения инструмента 1250 об/мин. В соответствии с набором подач фрезерного станка скорость его подачи (поступательного перемещения) составляла 27–38 мм/мин, что соответствовало соотношению скоростей в интервале 46–32 и укладывалось в обозначенный выше диапазон. Третий параметр – нагрузка на инструмент, при изменении ее выше или ниже указанной, не оказывала значительного влияния на качество полученной поверхности.

Микротвердомером с пирамидой Виккерса при нагрузке 1000 г измеряли микротвердость полученных упрочненных слоев. Для исследования макро- и микроструктуры образцов использовали как оптический, так и электронный микроскоп высокого разрешения HRSEM. Последний был снабжен специальной энергодисперсионной приставкой, позволяющей определять химический элементный состав в точке исследования.

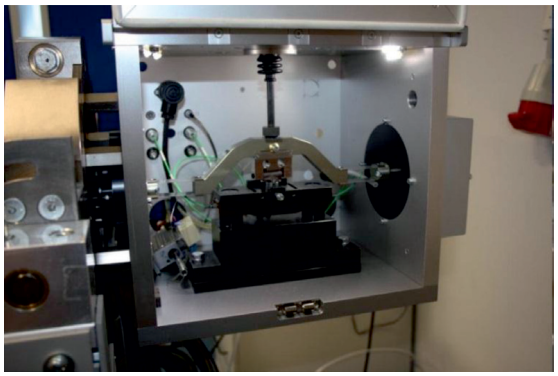


Рис. 2. Общий вид трибометра SRV

Исследования износостойкости и коэффициента трения упрочненных слоев проводили на трибометре SRV (рис. 2). При этом руководствовались методикой, изложенной в ASTM G133-02 [10]. Контртелом в испытаниях служил шарик диаметром 10 мм из стали 100Cr (аналог стали ШХ15).

В процессе испытаний контролировали коэффициент трения с помощью встроенной в трибометр компьютерной системы и осуществляли оценку объемного износа упрочненного слоя на двухъядерном конфокальном интерферометрическом микроскопе Leica.

Продолжительность каждого цикла испытаний составляла 60 мин; длина хода контробразца 1,5 мм; температура в процессе испытаний 20–100 °C; в качестве среды использовали масла (1,5% EP, 3% EP, PAO8); частота осцилляций 25 Гц; нагрузка 5–10 Н.

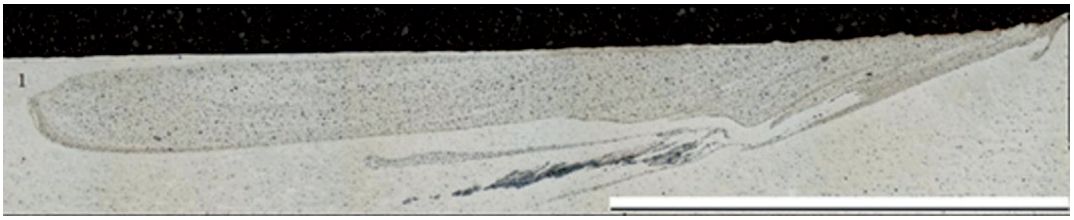
Результаты исследования и их обсуждение

Результаты проведенных исследований, представленные в настоящей работе, относятся к вариантам армирования твердыми частицами карбидов кремния (SiC) и карбидов молибдена (MoC). Выбор этих двух вариантов был обусловлен тем, что они имели наименьшие размеры частиц (< 50 мкм) и показали наилучшие результаты. Были подготовлены шлифы для металлографического анализа, представленные на рис. 3, для чего в пластине были сделаны поперечные разрезы упрочненных зон.

Проведенный на микроскопе HRSEM анализ упрочненных поверхностей позволил получить визуальное, качественное и полуколичественное подтверждение о наличии упрочняющих частиц в зонах перемешивания.

На рис. 4 представлены участки упрочненных зон с армирующими частицами карбидов кремния и молибдена на анализируемых шлифах и энергодисперсионные диаграммы, указывающие на присутствие в шлифах исследуемых элементов (SiC, MoC). На снимках видно, что армирующие частицы достаточно равномерно распределены в упрочненной области.

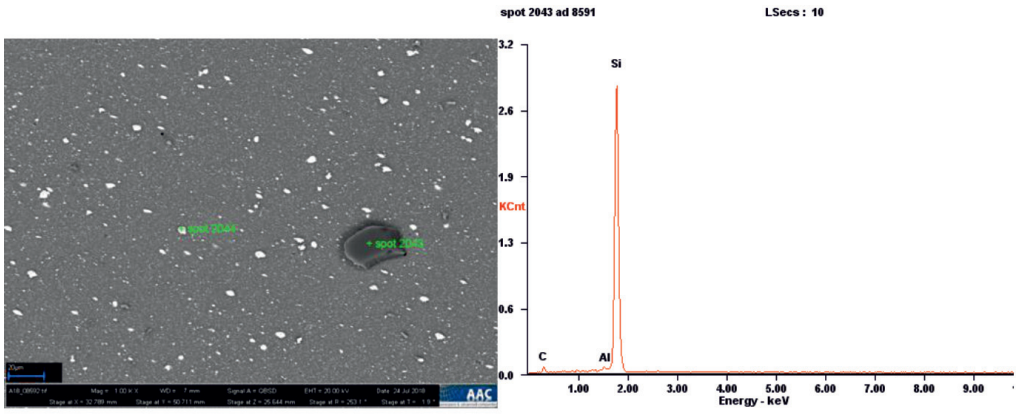
Подтверждением эффекта упрочнения является фиксируемое изменение микротвердости анализируемой поверхности. На исследуемых шлифах поперечного разреза упрочненной зоны с шагом 0,5 мм проводили измерения микротвердости, результаты которых представлены на рис. 5. Примечательно, что упрочнение поверхности армирующими частицами карбида кремния и карбида молибдена происходит по всей ширине трассирования инструмента и имеет относительно равномерную величину, превышающую микротвердость исходной поверхности примерно на 20–26% (при армировании частицами SiC) и 28–36% (при армировании частицами MoC).



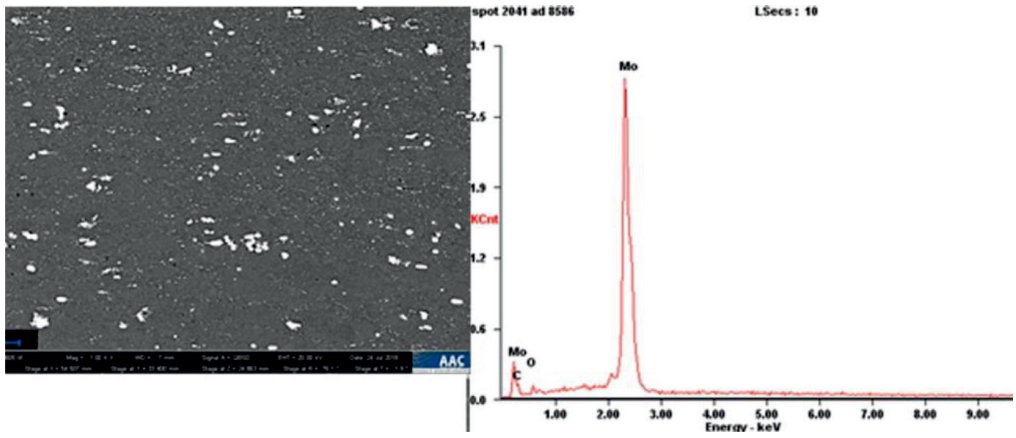
а)

б)

Рис. 3. Шлифы характерных зон перемешивания поверхностей упрочнения с частицами карбида кремния (а) и карбида молибдена (б)



а)



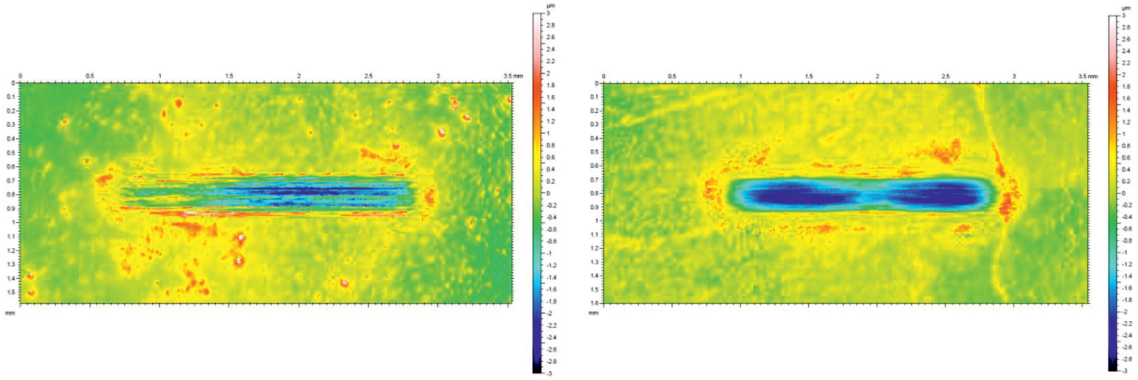
б)

Рис. 4. Фрагменты зон упрочнения, армированных частицами карбида кремния (а) и карбида молибдена (б) и их энергодисперсионные диаграммы

а)

б)

Рис. 5. Характер изменения микротвердости упрочненных зон, армированных частицами карбида кремния (а) и карбида молибдена (б)



а) *б)*

Рис. 6. Результаты испытаний и расчет объемного износа упрочненной зоны: а) с армирующими частицами SiC; б) неупрочненного алюминиевого сплава

Другим подтверждением наличия упрочняющего эффекта ОТП является оценка объемного износа образцов с упрочненным слоем, по сравнению с исходной поверхностью без ОТП, на интерферометрическом микроскопе Leica. На рис. 6 в качестве примера приведены результаты измерений объемного износа для образца с упрочняющими частицами SiC и образца алюминиевого сплава без упрочняющей обработки.

Результаты подсчета объемного износа упрочненной зоны показали, что армированная частицами SiC поверхность имеет износостойкость в два раза выше, чем поверхность без обработки (величины объемного износа для образцов 0,50 мм^3 и 1,01 мм^3 со-

ответственно). Кроме того, машина трения SRV позволяла контролировать процесс изнашивания и текущий коэффициент трения, величина которого была достаточно стабильна и не превышала значения 0,2.

Таким образом, по полученным данным можно констатировать, что ОТП обеспечивает упрочняющий эффект рабочей поверхности. Увеличение микротвердости, в зависимости от используемого упрочнителя, составляет 20–36%, по сравнению с исходной поверхностью, а износостойкость повышается в два раза. Коэффициент трения при этом достаточно стабилен.

Выводы

Проведенные исследования упрочнения рабочих поверхностей методом обработки трением с перемешиванием позволяют утверждать, что рассматриваемый метод может успешно пополнить арсенал средств упрочнения в технологии инженерии поверхности. За счет увеличения микротвердости поверхности до 20–36% и уменьшения в два раза объемного износа упрочненной зоны, обеспечивается существенное повышение износостойкости. Метод может успешно применяться для упрочнения деталей как из легких сплавов, так и из конструкционных сталей, при использовании инструментов из соответствующих теплостойких материалов. При этом расход энергии значительно ниже, чем в других методах. Так, например, если сравнивать с электродуговой наплавкой, то он сокращается почти в сто раз. К дополнительным преимуществам данного метода следует отнести также возможность локального (избирательного) упрочнения участков поверхности.

Автор считает своим долгом выразить благодарность руководству Австрийского центра компетенций в трибологии – AC2T Research GmBH за предоставленную возможность проведения части исследований на оборудовании центра.

Список литературы

1. Mishra R.S., Ma Z.Y., Charit I. Friction stir processing: a novel technique for fabrication of surface composite. Materials Science and Engineering. A 341(1–2), 2003. P. 307–310.

2. Huang G., Shen Y. The effects of processing environments on the microstructure and mechanical properties of the Ti/5083Al composites produced by friction stir processing. Journal of Manufacturing Processes, 30, 2017. P. 361–373.

3. Kapoor R., Kumar N., Mishra R.S., Huskamp C.S., Sankaran K.K. Influence of fraction of high angle boundaries on the mechanical behavior of an ultrafine grained Al–Mg alloy. Materials Science and Engineering. A 527(20), 2010. P. 5246–5254.

4. Chabok A., Dehghani K. Formation of nanograin in IF steels by friction stir processing. Materials Science and Engineering. A 528 (1), 2010. P. 309–313.

5. Malyshev V.N. Tribological aspects in friction stir welding and processing / Chapter 8 in book «Advances in Friction Stir Welding and Processing» M.K. Besharati-Givi and P. Asadi (Ed.) Woodhead Publishing Ltd. 2014. P. 329–386 DOI: 10.1533/9780857094551.329.

6. Sahraeinejad S. and other. Fabrication of metal matrix composites by friction stir processing with different particles and processing parameters. Materials Science and Engineering. A. T. 626. 2015. P. 505–513.

7. Huseyin Uzun. Friction stir welding of SiC particulate reinforced AA2124 aluminium alloy matrix composite. Materials & Design. Elsevier. 2007. T. 28. № 5. P. 1440–1446.

8. Arora H.S., Singh H. and Dhindaw B.K. Composite fabrication using friction stir processing – a review. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2012. № 61. P. 1043–1055.

9. Малышев В.Н., Корепин К.А. Упрочнение рабочих поверхностей обработкой трением с перемешиванием // Вестник УГАТУ. 2019. Т. 23. № 4 (86). С. 1–9.

10. ASTM G 133-02. Standard Test Method for Linearly Reciprocating Ball-on-Flat Sliding Wear. ASTM International, 2002.

УДК 621.833.15

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОСОЗУБОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

Иващенко А.П.

Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: ivaschenko@kti.ru

В статье приводится информация по результатам исследования в области расчёта статической прочности косозубого зубчатого колеса массой чуть более пятидесяти килограммов с помощью российского программного обеспечения T-Flex CAD. Для исследования использована интегрированная с T-Flex CAD среда конечно-элементных расчётов T-Flex CAD Анализ. Проверка статической прочности под нагрузкой произведена для трехмерной твердотельной модели колеса зубчатого. Исходные данные для расчета определены по рекомендуемым методикам, приведенным в известной литературе. В ходе расчета определялись эквивалентные напряжения по IV теории прочности, которая используется в среде T-Flex CAD Анализ. Получено, что относительные эквивалентные напряжения на 30% меньше значений напряжений предела текучести для стали 50 и более чем на 50% меньше расчетных значений максимальных контактных напряжений. Запас прочности имеется. Расчёты зубчатого колеса показали хорошую корреляцию со стандартными методиками. Проведено сравнение рассчитываемого колеса с колесом, имеющим другую конструкцию, но те же параметры зацепления, получено, что эквивалентные напряжения зависят от конструкции колеса. Метод может применяться на практике при оценке статической прочности проектируемого колеса, как части механизма технологического оборудования, что позволяет на предварительном этапе конструирования, то есть до расчета на усталостную выносливость и получения рабочих чертежей, подобрать рациональную конструкцию колеса и улучшить параметры оборудования.

Ключевые слова: расчеты механизмов технологического оборудования, зубчатое колесо, расчет прочности, T-Flex CAD Анализ

RESEARCH OF THE STATIC STRENGTH OF A HELICAL CYLINDRICAL GEARWHEEL

Ivaschenko A.P.

Kamyshin Technology Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: ivaschenko@kti.ru

The article provides information on the results of a study in the field of calculating the static strength of a helical gearwheel weighing a little more than fifty kilograms using the Russian T-Flex CAD software. For the study, the T-Flex CAD Analyze environment of finite-element calculations, integrated with T-Flex CAD, was used. The static strength test was performed for a complete solid model of a gearwheel. The initial data for the calculation were determined according to standard methods described in the known literature. During the calculation, equivalent stresses were determined according to IV theory of strength, which is used in the T-Flex CAD Analyze environment. It was found that the relative equivalent stresses are 30% less than the values of the yield stress for steel 50 and more than 50% less than the calculated values of the maximum contact stresses. There is a safety margin. Gearwheel calculation showed good correlation with standard techniques. A comparison of the calculated wheel with a wheel having a different design, but the same engagement parameters is carried out, it is obtained that the equivalent stresses depend on the wheel design. The method can be applied in practice when assessing the static strength of a projected gearwheel, as part of a process equipment mechanism, which allows at the preliminary design stage, that is, before calculating fatigue endurance and obtaining working drawings, to select a rational gearwheel design and improve equipment parameters.

Keywords: calculations of technological equipment mechanisms, cylindrical gearwheel, strength calculation, T-Flex CAD Analyze

При касании боковых профилей контактирующих зубьев в зубчатой передаче происходит передача вращения. Между сопряженными зубьями на шестерне возникает активная сила давления, а на колесе – сила сопротивления. Ножка зуба от действия нагрузки подвергается деформации изгиба, а на боковой поверхности зубьев действует мгновенно линейный контакт, причем линия контакта перемещается по этим поверхностям, при этом изгиб у основания ножки проявляется до тех пор, пока сопряженные зубья не выйдут из зацепления. На боковых поверхностях зубьев, которые находятся в зацеплении, действуют контактные напряжения, а у основания ножки зуба – напряжения изгиба. Сопряженные зубья находятся в сложном напряженно-деформированном состоянии [1].

На сегодняшний день рабочую конструкторскую документацию зачастую разрабатывают, применяя CAD программы, например T-Flex CAD [2]. Сначала строят трехмерную твердотельную модель изделия, например, косозубого цилиндрического колеса зубчатого, потом получают ассоциативные чертежи и другую документацию.

На одном из этапов проектирования механизмов технологического оборудования оценивают работоспособность узла механизма, например зубчатой передачи или ее элемента – зубчатого колеса, по критериям прочности. Рекомендуемую оценку прочности зубчатых передач, как правило, выполняют по методикам в источниках [1, 3, 4], но можно производить оценку прочности передач другими методами. Так, в литературе [5] приведена упрощенная методика оценки прочности зубчатых передач с помощью приложения Simulation системы I-DEAS NX – инструмента для виртуального моделирования и проведения инженерных расчетов. В литературе [6, 7] используют программу ANSYS для проведения прочностных расчетов зубчатых передач, а в источнике [8] для оценки прочности зубчатых передач и механизма в целом используют программу SolidWorks Simulation.

Применяя интегрированный в CAD программу модуль конечно-элементных расчетов, можно выполнять математическое моделирование распространенных физических явлений, находить правильное решение задач, возникающих при проектировании изделий [9]. Такие интегрированные модули расчетов актуальны из-за сокращения общих затрат на поиск достоверного решения при разработке дорогостоящего технологического оборудования. Таким образом, используя такой модуль при исследовании прочности косозубого цилиндрического колеса зубчатого, можно получить ассоциативную связь между трехмерной и конечно-элементной моделями, а также чертежом колеса зубчатого, что позволяет разрабатывать рациональные конструкции передач в механизмах технологического оборудования на проектном этапе.

Цель исследования: по построенной трехмерной модели большего по размеру косозубого цилиндрического колеса зубчатого из двух в передаче механизма технологического оборудования, используя модуль T-Flex CAD Анализ, провести исследование статической прочности с определением эквивалентных напряжений и запаса прочности в сравнении с рекомендуемыми методиками оценки усталостной прочности [3, 4].

Материалы и методы исследования

С помощью программы «Расчет цилиндрических зубчатых передач в среде Microsoft Office» [10] получены геометрические параметры для построения трехмерной модели большего по размеру зубчатого колеса из двух в передаче (табл. 1, рис. 1).

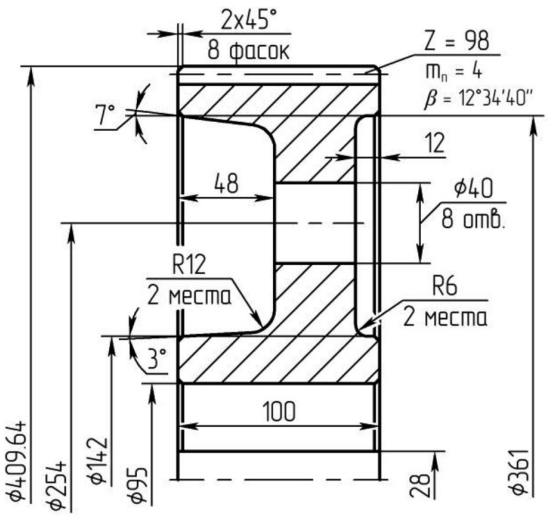


Рис. 1. Эскиз косозубого цилиндрического колеса зубчатого

Таблица 1

Параметры зубчатой передачи, принятой в расчет

Наименование параметра	Параметр
Тип зубчатой передачи	Цилиндрическая внешнего зацепления косозубая без смещения
Материал большего по размеру зубчатого колеса из двух в передаче	Сталь 50, $\sigma_т$ = 450 МПа
Межосевое расстояние, a_w, мм	250
Модуль в нормальном сечении, m_n, мм	4
Угол наклона зубьев, β°	12,578
Направление линии зуба	вправо
Коэффициент торцового перекрытия, ε_α	1,67
Число зубьев шестерни/колеса, z_1 / z_2, шт.	24 / 98
Ширина колеса, b_w, мм	100
Окружное усилие в зацеплении, F_t, Н	10267

Боковая поверхность контактирующих зубьев, находящихся в зацеплении, подвергается местной деформации. В источнике [4] для упрощения аналитических расчетов контактной прочности зубьев рассматривается сжатие двух цилиндров (рис. 2) по площадке, которая из-за переменной жесткости зубьев по длине контактной линии имеет разную ширину, но в среднем величиной *2a*. В статье при построении контактной линии на боковых поверхностях зубьев колеса выделена площадка шириной *2a*.

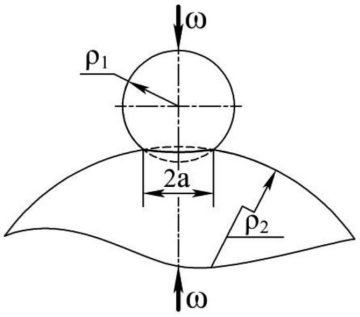


Рис. 2. Модель пары зубьев, принятая в расчет

Используя формулы (1)–(5), приведенные в источниках [1, 3, 4], определены параметры, необходимые для подготовки твердотельной модели косозубого цилиндрического колеса зубчатого к статическому расчету на прочность.

Приведенный радиус кривизны рабочих поверхностей для передачи с внешним зацеплением определяется по формуле

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{z_1 \cdot z_2}{z_1 + z_2} \cdot \frac{m_n \cdot \sin \alpha_{tw}}{2 \cdot \cos\beta \cdot \cos\beta_b}. \quad (1)$$

С учетом того, что колеса без смещения, получаем $\rho_{\text{пр}} = 14{,}102$ мм.

Колесо и шестерня изготовлены из одинакового материала, работают при одинаковых условиях, поэтому принимаем модуль упругости первого рода $E = 2{,}16 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\mu = 0{,}3$ [4].

Полуширина плоскости контакта определяется по формуле

$$a = 1{,}52 \cdot \sqrt{\frac{\omega \cdot \rho_{\text{пр}}}{E}}. \quad (2)$$

Удельная нормальная сила определяется по формуле

$$\omega = \frac{F_n}{l_\Sigma}. \quad (3)$$

Полуширина плоскости контакта $a = 0{,}1349$ мм. Полная ширина плоскости контакта $2a = 0{,}2698$ мм.

Средняя суммарная длина контактных линий в зацеплении, которая приходится на все зубья, одновременно находящиеся в зацеплении

$$l_\Sigma = \frac{b_w \cdot \varepsilon_\alpha}{\cos\beta}. \quad (4)$$

Получаем $l_\Sigma = 171{,}106$ мм.

При расчете косозубого цилиндрического колеса зубчатого введены допущения: нагрузка в зацеплении заменяется полным нормальным усилием с учетом коэффициента расчетной нагрузки, формула (5); в зацеплении участвуют три пары контактирующих зубьев, так что средняя суммарная длина контактных линий в зацеплении находится в пределах расчетных величин; на контактирующих боковых поверхностях зубьев колеса выделены контактные площадки; фиксация колеса при расчете производится по отверстию под вал и по рабочим поверхностям паза шпоночного.

Согласно допущениям на трех зубьях колеса выделены контактные линии. Первая пара зубьев с контактной линией $l_{\Sigma 1}$ зацепляется по всей длине зубьев, причем вторая и третья пары зубьев с длинами контактных линий $l_{\Sigma 2}$ и $l_{\Sigma 3}$ зацепляются в области головки и ножки зубьев соответственно. Измерив контактные линии на трехмерной модели (рис. 3), получены фактические длины: первой пары зубьев $l_{\Sigma 1} = 99{,}548$ мм; второй – $l_{\Sigma 2} = 40{,}855$ мм; третьей – $l_{\Sigma 3} = 30{,}703$ мм. Суммарная длина контактных линий $l_\Sigma = l_{\Sigma 1} + l_{\Sigma 2} + l_{\Sigma 3}$.

Полное нормальное усилие определяется по формуле

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_{tw} \times \cos \beta_b} \cdot K, \quad (5)$$

где $K = K_A \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV}$ – коэффициент расчетной нагрузки, принимается равным $K = 1{,}845$ [4], α_{tw} и α по [11].

Контактные линии в косозубом зацеплении расположены под углом β_b, который является основным углом наклона зубьев $\sin \beta_b = \sin \beta \cdot \cos \alpha$.

Получаем $F_n = 20649{,}92$ Н, а удельная нормальная сила $\omega = 120{,}685$ Н/мм.

Полное нормальное усилие в зацеплении двух контактирующих пар зубьев распределяется в соотношении 58 % на первую пару и 42 % на вторую пару зубьев [4].

С учетом допущений в расчетной модели находятся три пары зубьев в зацеплении, следовательно, нагрузка в 42 % распределяется между второй и третьей парами зубьев (табл. 2). Сравнивая первый и последний столбцы в табл. 2, можно увидеть хорошую корреляцию данных.

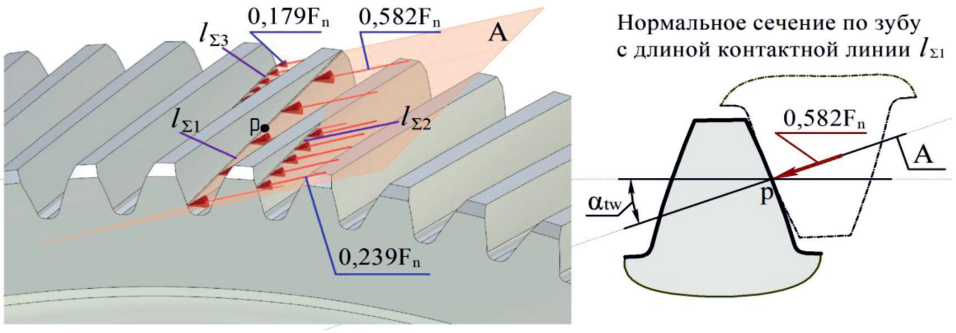


Рис. 3. Контактные линии и усилия на рабочих поверхностях колеса зубчатого

Таблица 2

Полное нормальное усилие

F_n по [4]		F_n = 20649,92 Н в расчетной модели		F_n в расчетной модели	
1 пара	58%	1 пара – 12014,12 Н		1 пара – 58,18%	
2 пара	42%	2 и 3 пары – 8635,80 Н	2 пара – 4931,20 Н	2 и 3 пары – 41,82%	2 пара – 23,88%
			3 пара – 3704,60 Н		3 пара – 17,94%

В приложении 1 к ГОСТ 21354-87 [3] контактное напряжение в полюсе зацепления вычисляется по формуле

$$\sigma_{H0} = Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot (u+1)}{b_w \cdot d_1 \cdot u}}, \qquad (6)$$

где

$$Z_H = (\cos\alpha_t)^{-1} \cdot \sqrt{2\cos\beta_b / \tan\alpha_{tw}};$$

$$\tan\alpha_t = \tan\alpha / \cos\beta;\ Z_E = \sqrt{0{,}175 \cdot E};$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_\alpha^{-1}};\ u = z_2/z_1;\ d_1 = m_n \cdot z_1/\cos\beta;$$

остальные данные приведены в табл. 1.

В [4] приводится формула максимальных контактных напряжений при контакте рабочих профилей зубьев колес, изготовленных из одинакового материала

$$\sigma_{H\max} = \sqrt{\frac{\omega \cdot E}{2 \cdot \pi \cdot \rho_{пр} \cdot (1-\mu^2)}}. \qquad (7)$$

Результаты исследования и их обсуждение

На основе данных, представленных выше, и с помощью интегрированной в CAD программу среды T-Flex CAD Анализ проведено исследование на статическую прочность большего косозубого цилиндрического колеса зубчатого из двух колес в передаче механизма технологического оборудования. Определены относительные эквивалентные напряжения, вычисляемые из компонентов тензора напряжений согласно IV теории прочности [9]. Определен коэффициент запаса прочности по эквивалентным напряжениям, то есть отношение допускаемых напряжений материала к эквивалентным напряжениям, где в качестве допускаемого напряжения для пластичных материалов выбран предел текучести (табл. 1). Согласно расчетам на рис. 4 показано распределение относительных эквивалентных напряжений в косозубом цилиндрическом колесе зубчатом.

Определена статическая прочность рассчитываемого колеса зубчатого в T-Flex Анализ получен запас прочности равный $S_{H\text{расч}} = 1{,}34$.

Согласно [3] минимальный запас прочности для зубчатых колес, изготовленных из однородного материала, равен $S_{H\min} = 1{,}1$.

Для сравнения напряжений, полученных на рис. 4, построена другая модель косозубого цилиндрического колеса зубчатого (рис. 5) по параметрам зацепления (табл. 1, 2) и определены эквивалентные напряжения. Результаты представлены в табл. 3 и на рис. 5. Также в табл. 3 приведены расчеты напряжений по формулам (6) и (7). В колесе, которое имеет диск с равномерно расположенными в нем отверстиями (рис. 4) имеет меньшие по значению эквивалентные напряжения, чем колесо, представленное на рис. 5. Это объясняется тем, что уменьшается жесткость колеса, а напряжения перераспределяются, тем самым происходит понижение порядка напряжений.

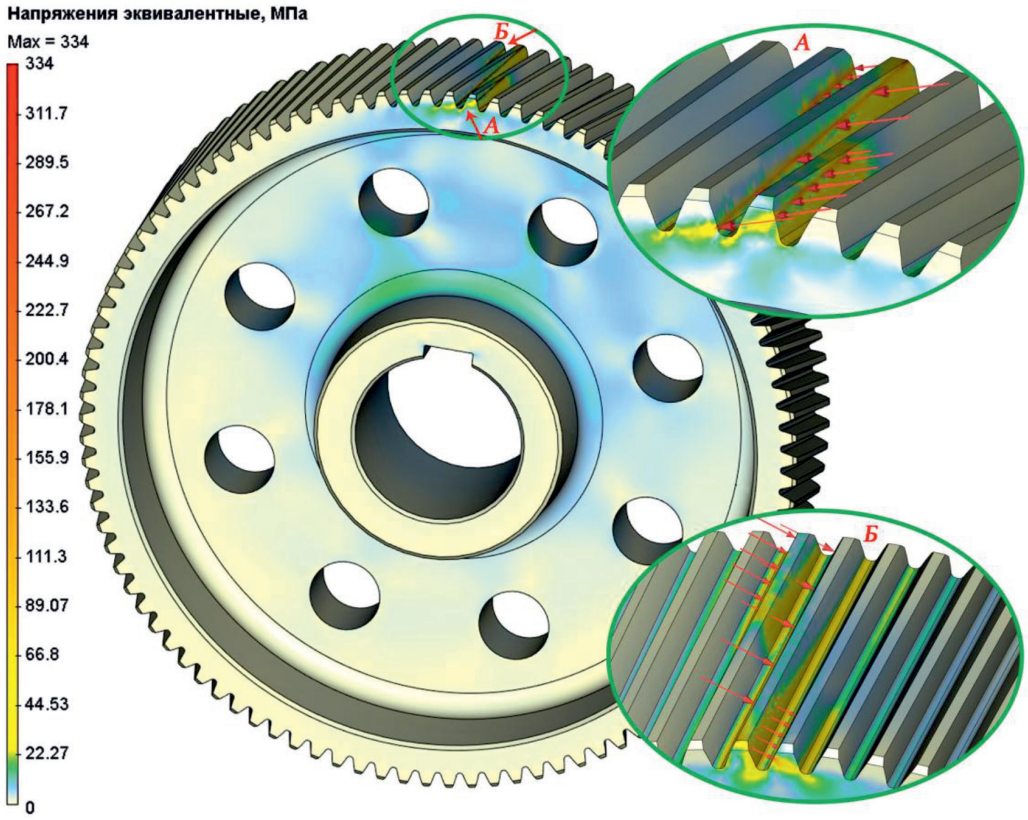


Рис. 4. Распределение эквивалентных напряжений в косозубом цилиндрическом колесе зубчатом

Таблица 3

Напряжения в области контакта сопряженных поверхностей зубьев

Метод исследования	Вид напряжений	Обозначение	Величина, МПа
Исследование статической прочности в T-Flex CAD Анализ	Относительные эквивалентные напряжения	$\sigma_{экв}$	334,00 для колеса на рис. 4
			367,60 для колеса на рис. 5
Оценка напряжений по ГОСТ 21354-87 [3]	Контактное напряжение в полюсе зацепления	σ_{H0}	419,41
Оценка напряжений по [4]	Максимальные контактные напряжения	σ_{Hmax}	568,74

Так, колесо на рис. 4 имеет максимальные перемещения в зоне нагрузки 0,0218 мм, а колесо на рис. 5 – 0,0121 мм, что на 44,4 % меньше. При этом масса колеса на рис. 5 больше на 45 %, чем колеса на рис. 4, что негативно сказывается не только на его моменте инерции при вращении, но и на себестоимости материала, а это делает колесо на рис. 5 зачастую экономически нецелесообразным в серийном производстве механизмов технологического оборудования, хотя по конструкции оно более простое.

Заключение

Рассчитанное косозубое цилиндрическое колесо зубчатое обладает запасом статической прочности под действием полного нормального усилия, причем усилие действует на три зуба, в том числе на зуб с длиной контактной линии $l_{\Sigma 1}$ приходится 58,18 % от общего усилия. Эквивалентные напряжения в среднем на 30 % меньше значений напряжения предела текучести и более чем на 50 % меньше расчетных величин максимальных контактных напряжений.

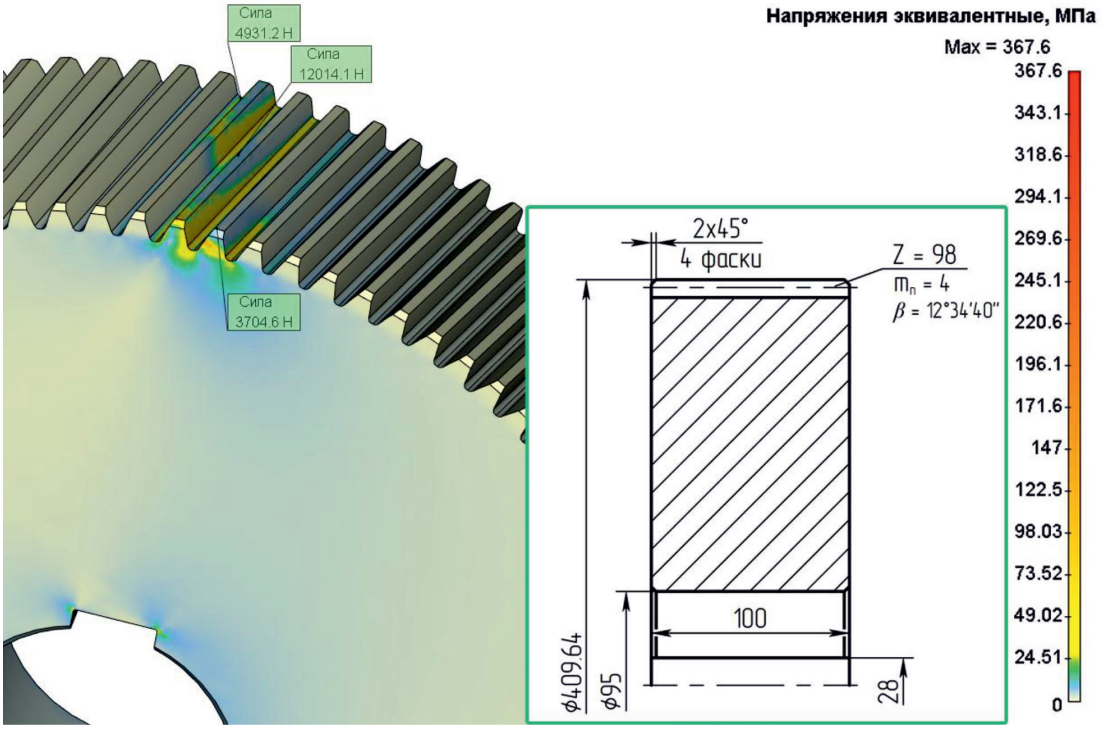


Рис. 5. Эскиз косозубого колеса зубчатого с распределением напряжений

Проведенное исследование колеса зубчатого имеет хорошую корреляцию с рекомендуемыми расчетными методами [3–5]. Такой метод исследования позволяет произвести оценку статической прочности конструируемого колеса зубчатого, а в целом и передачи, как части механизма технологического оборудования, что позволяет на предварительном этапе конструирования, то есть до расчета на усталостную выносливость и получения рабочих чертежей, подобрать рациональную конструкцию колеса и улучшить параметры проектируемого оборудования.

Список литературы

1. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: учебник для студентов высших технических учебных заведений. М.: Абрис, 2013. 407 с.

2. T-Flex CAD. Справка. 2020. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tflexcad.ru/help/cad/16/ (дата обращения: 23.08.2020).

3. ГОСТ 21354–87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. М.: Изд-во стандартов, 1993. 130 с.

4. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1993. 639 с.

5. Расчет зубчатых передач на прочность: рук. Р.007-2004: утв. Рос. реч. регистр 24.12.2004: введ. с 07.02.2005, Извещение № 1 об изменении с 14.09.2016. М.: Рос. реч. регистр, 2016. 90 с.

6. Каратушин С.И., Бильдюк Н.А., Плешанова Ю.А., Бокучава П.Н. Проверочный силовой расчет в ANSYS зубчатого зацепления // Известия высших технических заведений. Машиностроение. 2015. № 3 (660). С. 27–34.

7. Смагулова А.С., Кияшова А.М. Расчет зубчатых передач с применением конечно-элементного анализа в рамках пакета ANSYS WB // Наука и техника Казахстана. 2018. № 3. С. 39–47.

8. Осипов В.И., Сапронов М.В., Осипов В.В. Проектирование и исследование коробок передач легковых автомобилей: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2017. 100 с.

9. T-Flex CAD Анализ. 2020. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tflex.ru/products/raschet/analiz/ (дата обращения: 23.08.2020).

10. Иващенко А.П., Неумоина Н.Г. Расчет цилиндрических зубчатых передач в среде Microsoft Office // Свидетельство о регистрации программы на ЭВМ. № 2015660682. 2016.

11. ГОСТ 16532–70. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии. М.: Изд-во стандартов, 1971. 79 с.

УДК 004.78

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО МОНИТОРИНГА КОРПОРАТИВНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Надеждин Е.Н., Роганов А.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет», Москва, e-mail: en-hope@yandex.ru, andrej.a@mail.ru

Интенсивное развитие и внедрение сетевых технологий в сферу управления усложнило информационную инфраструктуру бизнес-систем и вызвало необходимость создания эффективных систем контроля и управления рисками информационной безопасности. В статье показана целесообразность включения в состав корпоративных вычислительных сетей специальных систем, осуществляющих удаленный мониторинг вычислительных ресурсов. Рассмотрены особенности активного мониторинга программных и аппаратных компонентов корпоративной вычислительной сети. Дана характеристика функционала и архитектуры типовой системы сетевого мониторинга. Перспективная система сетевого мониторинга должна обладать гибкой структурой и рядом интеллектуальных свойств, обеспечивающих накопление и интеллектуальный анализ данных, прогнозирование состояний защищенности и генерацию адекватного ответа при обнаружении аномалий. С учетом особенностей эксплуатации корпоративной вычислительной сети выделены основные показатели эффективности системы сетевого мониторинга. Предложена гипотеза расширения функциональности системы сетевого мониторинга на основе использования ресурсов прокси-сервера. Показана актуальность решения вопросов оптимального разграничения зон ответственности программных компонентов прокси-сервера. Задача распределения функций между компонентами программного обеспечения прокси-сервера сформулирована как специальная задача о назначении. Для численного решения комбинаторной задачи применён авторский алгоритм целочисленной оптимизации с использованием стандартной процедуры программного пакета MathCad 15. Представлены результаты поиска оптимального плана распределения сервисных функций на заданном наборе программных компонентов.

Ключевые слова: корпоративная вычислительная сеть, активный мониторинг вычислительных ресурсов, программное обеспечение, распределение функций между программными компонентами, задача о назначении, оптимальный план распределения

PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE ACTIVE CORPORATE COMPUTER NETWORK MONITORING

Nadezhdin E.N., Roganov A.A.

Russian State University for the Humanities, Moscow, e-mail: en-hope@yandex.ru, andrej.a@mail.ru

The intensive development and implementation of network technologies in the management sphere has complicated the information infrastructure of business systems and necessitated the creation of effective control systems and information security risk management. The article shows the feasibility of including special systems for remote monitoring of computing resources into corporate computer networks. The features of active monitoring of software and hardware components of a corporate computer network are considered. The characteristics of the functionality and architecture of a typical network monitoring system are given. A promising network monitoring system should have a flexible structure and a number of intellectual properties that ensure data accumulation and intelligent analysis, prediction of security States, and generation of an adequate response when anomalies are detected. Taking into account the specifics of the operation of the corporate computer network, the main performance indicators of the network monitoring system are highlighted. The hypothesis of expanding the functionality of the network monitoring system based on the use of proxy server resources is proposed. The relevance of solving the issues of optimal delineation of the areas of responsibility of the software components of the proxy server is shown. The task of distributing functions between proxy server software components is formulated as a special assignment task. For the numerical solution of the combinatorial problem, the author's integer optimization algorithm was applied using the standard procedure of the MathCad 15 software package. The results of the search for the optimal distribution plan for service functions on a given set of software components are presented.

Keywords: corporate computer network, active monitoring of computing resources, software, distribution of functions between software components, assignment task, optimal distribution plan

Современный этап информатизации сферы управления бизнес-процессами характеризуется интенсивным развитием информационно-коммуникационной инфраструктуры промышленных предприятий и организаций различных форм собственности. Корпоративные информационно-вычислительные сети (КВС) сегодня рассматриваются как важнейший комплексный ресурс, необходимый для обеспечения конкурентоспособности организаций в условиях мирового экономического кризиса. В условиях непредсказуемости информационных угроз и деструктивных факторов различной природы на передний план сегодня вышла проблема комплексной защиты информационных ресурсов и активов предприятий и организаций. Перспективным направлением совершенствования защиты инфраструктуры и обеспечения устойчивости функционирования КВС является применение систем сетевого мониторинга,

на которые возлагаются ответственные задачи анализа состояния и контроля функциональности базовых компонентов аппаратного и программного обеспечения [1, 2]. Об актуальности вопросов совершенствования систем сетевого мониторинга (ССМ) убедительно свидетельствует возросший поток научных публикаций, посвящённых проблемам организации активного мониторинга и анализа данных, получаемых на его основе. Результаты мониторинга могут служить информационной базой для оперативной диагностики режимов работы коммутационного оборудования и узлов информационной сети вуза [3], для повышения эффективности распределенной библиотечной системы [4], для выявления потенциальных уязвимостей и оценки актуальных угроз в интересах управления рисками информационной безопасности [5, 6]. Общая тенденция в развитии ССМ заключается в интеллектуализации функционала, которая в значительной степени обусловлена интеграцией задач контроля и оперативного управления функциональным состоянием сетевых ресурсов [7]. В этой связи проблему создания систем активного функционального мониторинга ресурсов КВС необходимо рассматривать комплексно на основе методологии системного подхода с применением современных методов проектирования распределённых информационных систем [8].

Целью статьи является формализация и численное решение задачи оптимального распределения конечного набора заданных функций между программными компонентами прокси-севера, привлекаемого для осуществления регламента активного мониторинга программных и аппаратных средств (ПАС) КВС.

Традиционно мониторинг рассматривают как *специально организованное систематическое наблюдение за состоянием группы объектов, явлений и процессов в целях качественной и/или количественной оценки их состояния с априори заданных формальных позиций (аномальный характер поведения, работоспособность, надёжность, эффективность использования), а также протекающие при этом прикладные процессы (подпроцессы) в аспектах оценки состояния их качества и возможности использования в соответствии с принятым регламентом* [6]. При этом система мониторинга понимается как *комплекс специализированных программных средств, который должен позволять обслуживающему персоналу отслеживать функциональное состояние компонентов программного и аппаратного обеспечения КВС и своевременно реагировать на различные сбои и отклонения от штатного состояния*. Как показали наши исследования, автоматизация процедур администрирования при осуществлении активного мониторинга позволит существенно сократить объём информации, необходимой для эффективного управления рисками информационной безопасности (ИБ) КВС. Результаты мониторинга дают возможность не только документировать возникающие информационные инциденты, локальные проблемы и сбои, вызванные, например, перегрузкой сервера, отказом в доступе к сегментам базы данных, но в совокупности с учётными данными пользователей сети являются основанием для дополнительной аутентификации и обновления профилей активных пользователей сети. В свою очередь, анализ профилей пользователей системным администратором позволит своевременно выявить потенциального инсайдера и предотвратить несанкционированные действия и возможную утечку конфиденциальной информации.

По мнению ряда ведущих экспертов в области ИБ, активный функциональный мониторинг следует рассматривать как ключевой компонент сетевого администрирования и одновременно как информационный канал системы интегрированной защиты ресурсов инфраструктуры корпоративной КВС. На его основе могут быть построены гибкие автоматизированные механизмы контроля функционального состояния критических сегментов сети и аналитические схемы выявления и локализации потенциальных инсайдеров [5].

Анализ отечественного опыта разработки и эксплуатации КВС дает основание выделить основные требования к ССМ [9]: универсальность; масштабируемость; модульность структуры; защищенность; наличие простого и удобного интерфейса; наличие системы построения графиков и ведения истории; наличие системы оповещений; наличие системы визуализации данных. Перспективные ССМ должны, кроме того, предусматривать возможность включения нового оборудования и разработки новых плагинов для сбора данных с разнородных датчиков, интеграции с существующими техническими решениями и настройки расширений. К интеллектуальным функциям ССМ следует отнести возможность идентификации и сетевой интерпретации модели объекта мониторинга и настройку функционала ССМ под конкретную проблемную ситуацию.

Как показали наши ранние исследования [5, 6], для централизованного сбора и обработки информации о состоянии ре-

сурсов и действиях пользователей в КВС целесообразно установить специализированный сервер мониторинга. При выборе местоположения сервера следует руководствоваться рядом положений: минимальной удалённостью сервера от рабочих станций и ресурсов, мониторинг которых необходимо производить, защищённостью и достаточной ёмкостью линий связи между сервером мониторинга и рабочими станциями, которые будут к нему подключаться. Указанный сервер должен поддерживать активный мониторинг посредством генерации тестовых заданий и анализа логов аудита файловых систем и сетевого трафика. В частности, с прокси-сервера считывается лог сетевой активности пользователей, содержащий сведения о статистике их доступа к сетевым ресурсам. С контроллера домена может быть получена информация о неудачных попытках авторизации, о сессиях пользователей и т.п. Правомерно утверждать, что нагрузка на сервер мониторинга растет пропорционально объёму сетевого трафика и потока данных в контуре ССМ.

В статьях [9, 10] получила развитие идея создания кластерной системы сетевого мониторинга, позволяющей осуществлять оперативное наращивание дополнительных узлов системы при увеличении объема подключаемого оборудования многофункционального информационно-вычислительного комплекса. В нашей работе также примем гипотезу расширяющейся функциональности ССМ. При этом будем полагать, что дополнительные функции ССМ реализуются за счет привлечения свободных вычислительных и информационных ресурсов прокси-сервера. Указанное решение представляется обоснованным, учитывая уже реализованные функции прокси-сервера, связанные со сбором и предварительной обработкой данных о сетевом трафике. В состав программного обеспечения должны быть дополнительно включены программные компоненты, реализующие специальные функции обработки и интеллектуального анализа данных мониторинга состояния защищенности ПАС. В общем случае на прокси-сервер могут быть возложены следующие задачи:

– выявление подозрительной активности пользователей;

– обнаружение аномальных состояний трафика;

– цифровая фильтрация и предобработка первичных данных;

– поддержка процесса администрирования;

– накопление и визуализация статистических данных;

– сервисные функции.

В настоящей статье ограничимся рассмотрением вопросов, связанных с распределением ролей (функций) компонентов специального программного обеспечения (СПО) прокси-сервера, привлекаемого для информационной и вычислительной поддержки функционала расширяющейся системы активного мониторинга.

В интересах удобства формального представления рабочей модели примем условие, что СПО имеет модульную структуру. Для формализации задачи распределения набора заданных функций между программным компонентами СПО воспользуемся терминологическим аппаратом теории целочисленного программирования [11, с. 102–106].

Требуется найти оптимальный план распределения программных модулей (ПМ) $a_i \in A$, $i = \overline{1,m}$, СПО для выполнения заданной совокупности технологических операций (ТО) $u_j \in U$, $j = \overline{1,n}$. Пусть для осуществления каждой *j*-й операции может использоваться любой *i*-й программный модуль $a_i \in A$.

Введём булеву переменную $x_{i,j} = \{0, 1\}$, $i = \overline{1,m}$, $j = \overline{1,n}$

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1, \text{ если } a_i \text{ включен в состав СПО и используется для выполнения операции } u_j; \\ 0, \text{ если } a_i \text{ не используется для выполнения операции } u_j. \end{cases}$$

Для оценки оптимальности плана введём функцию полезности модульного СПО

$$F(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (g_{i,j} \cdot h_{i,j} \cdot x_{i,j}). \qquad (1)$$

Здесь $0 < g_{i,j} \le 1$ – коэффициент матрицы полезности *G*, учитывающий влияние *j*-й операции в составе *i*-го программного модуля на качество мониторинга; $0 \le h_{i,j} \le 1$ – коэффициент матрицы предпочтительности, учитывающий предпочтительность выбора *i*-го ПМ для выполнения *j*-й операции с учетом условия нормировки $\sum_{j=1}^{n} h_{i,j} = 1 \ \forall i = \overline{1,m}$. Предположим, что для выполнения однотипных ТО в состав СПО включено несколько однотипных программных модулей. При этом каждый ПМ допу-

скает выполнение нескольких ТО. Данное условие отразим с помощью неравенства

$$1< \sum_{j=1}^{n} x_{i,j} \le r \quad \forall\, i = \overline{1,m}; \quad r = \text{const}. \qquad (2)$$

Затраты на компоненты СПО включают две составляющие:

а) приведенная стоимость, отражающая затраты на использование вычислительных ресурсов сервера

$$F_1(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{i,j} \cdot x_{i,j} \le C_1, \qquad (3)$$

где $c_{i,j} \in C$ – стоимость ресурсов при реализации в ПМ a_i процедуры u_j;

б) приведенная стоимость, отражающая затраты на использование информационных ресурсов сервера

$$F_2(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} s_{i,j} \cdot x_{i,j} \le C_2, \qquad (4)$$

где $s_{i,j} \in S$ – затраты ресурсов при реализации в ПМ a_i процедуры u_j.

Задача исследования состоит в определении бинарных значений управляемых переменных $x^* = (x_{i,j})$, $i = \overline{1,m}$, $j = \overline{1,n}$, при которых обеспечивается максимум функции полезности (1) и выполняются условия (2) и функциональные ограничения (3) и (4).

Сформулированная математическая модель оптимизационной задачи отличается от классической задачи о назначениях [11, с. 102], во-первых, снятием стандартного ограничения на число выполняемых функций через допущение $n > m$; во-вторых, введением функциональных ограничений (3) и (4); в-третьих, введением в качестве критерия оптимальности максимума дискретной функции полезности. Отметим также, что включение элементов матрицы $H = (h_{i,j})$ в структуру целевого функционала (1) позволяет гибко учитывать корреляцию технологических операций, совместно реализуемых в составе *i*-го программного модуля.

Исходные данные для решения контрольной задачи представлены в табл. 1–3.

Таблица 1

Затраты $c_{i,j} / s_{i,j}$ на использование вычислительных и информационных ресурсов сервера

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	16/2	12/2	43/4	19/1	24/2	15/5	28/3	10/1
2	30/3	28/2	42/7	26/2	55/5	31/3	54/1	24/4
3	31/3	33/4	43/4	20/2	21/1	30/3	30/3	23/2
4	45/5	40/4	43/3	38/8	35/3	35/5	51/5	42/6
5	40/4	60/6	45/5	63/6	52/9	61/6	80/8	93/4

Таблица 2

Матрица коэффициентов полезности технологических операций $G = \{g_{i,j}\}$

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.33	0.12	0.43	0.32	0.24	0.15	0.28	0.12
2	0.31	0.21	0.12	0.23	0.25	0.21	0.54	0.23
3	0.57	0.33	0.43	0.20	0.21	0.10	0.15	0.23
4	0.45	0.10	0.20	0.18	0.15	0.19	0.21	0.22
5	0.41	0.30	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.14

Таблица 3

Матрица коэффициентов предпочтительности $H = \{h_{i,j}\}$

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	0.125	0.125	0.250	0.125	0.125	0.250	0.0
2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
3	0.0	0.0	0.25	0.25	0.125	0.125	0.125	0.125
4	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
5	0.1	0.2	0.1	0.125	0.125	0.25	0.0	0.1

Сформулированная задача целочисленной оптимизации (1)–(4) в булевых переменных относится к классу NP-сложных комбинаторных задач. Поэтому для поиска оптимального плана распределения применён авторский алгоритм дискретной оптимизации, использующий унифицированную процедуру многопараметрической оптимизации, входящую в состав инструментальных средств математического программного пакета MathCad 15. При решении контрольной задачи использован опорный план управляемых переменных $x_0 = (x^0{}_{i,j}), i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$:

$x_0 =$

0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0

Ниже приведён оптимальный план распределения $x^*{}_1 = \{x^*{}_{i,j}\}$, который определяет рекомендуемый вариант компоновки программных модулей.

$x_1^* =$

0	0	**1**	**1**	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	**1**	**1**
0	0	**1**	0	**1**	0	0	0
1	0	0	0	0	0	**1**	0
0	**1**	0	0	0	**1**	0	0

Достигнутые целевые показатели при использовании опорного плана $x_1 * = \{x^1{}_{i,j}\}$ представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты решения задачи целочисленной оптимизации

$C_1 = 430,$ $C_2 = 40, r = 2$	Опорный план $x_0 = (x^0{}_{i,j}),$ $i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$	Оптимальный план $x_1 * = \{x^1{}_{i,j}\}$
$F(x)$	0,329	0,632
$F_1(x)$	366	420
$F_2(x)$	35	38

Выводы

В статье сформулирована и решена задача выбора оптимального в смысле критерия максимума функции полезности плана распределения программных модулей прокси-сервера. Предложенная математическая модель специальной задачи о назначениях позволяет учитывать особенности архитектуры КВС и специфику ТО через назначение коэффициентов $\{g_{i,j}\}$ и $\{h_{i,j}\}$, а также вводить дополнительные функциональные ограничения и логические условия, связывающие управляемые переменные.

Реализация оптимального плана $x_1 * = \{x^1{}_{i,j}\}$ распределения программных модулей на множестве заданных функций предобработки данных, как показали расчеты, может сократить на 15–20 % затраты времени на сбор полной информации о функциональном состоянии ПАС и в целом повысить устойчивость работы ССМ в условиях расширения КВС. В контексте реализации требований политики корпоративной безопасности решение рассмотренной задачи будет способствовать созданию интеллектуальных механизмов защиты информации, адекватных характеру современных угроз в корпоративных КВС.

Список литературы

1. Сильнов Д.С. Актуальность удаленных систем современного мониторинга вычислительных ресурсов: состояние, проблемы, перспективы // Безопасность информационных технологий. 2011. № 3. Т. 18. С. 57–60.

2. Коноваленко С.А., Королев И.Д. Анализ систем мониторинга вычислительных сетей // Молодой ученый. 2016. № 23 (127). С. 66–73. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/frchive/127/35280/ (дата обращения: 20.08.2020).

3. Рахман П.А. Средства мониторинга и диагностики информационно-вычислительной сети вуза // BC/NW 2006. № 2 (9):8.1. [Электронный ресурс]. URL: http://network-journal.mpei.ac.ru/cgi-bin/main.pl?l=ru&n=9&pa=8&ar=1 (дата обращения: 20.08.2020).

4. Усманов Р.Т., Кузнецов А.А. Служба мониторинга как средство повышения эффективности работы распределенной библиотечной сети АРБИКОН. Monitoring Service as a Means of Operation Efficiency Increase in the ARBIKON Distributed Library Network // Десятая юбилейная международная конференция и выставка «Libcom – 2006». Tenth jubilee international conference and exhibition: материалы конференции (г. Ершово, Московская обл., Россия, 13–17 ноября 2006 г.). Ершово, 2006. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gpntb.ru/libcom6/disk/54.pdf (дата обращения: 20.08.2020).

5. Надеждин Е.Н., Цветков А.А., Шептуховский В.А. Оптимизация плана активного мониторинга ресурсов корпоративной вычислительной сети // Информатизация образования и науки. 2015. № 2 (26). С. 86–99.

6. Надеждин Е.Н., Цветков А.А. Синтез программы мониторинга ресурсов вычислительной сети образовательной организации // Интернет-журнал «Науковедение», 2014. № 5 (24). М.: Науковедение, 2014. [Электронный ресурс]. URL: http://naukovedenie.ru/PDF/36TVN514.pdf (дата обращения: 20.08.2020).

7. Васенин В.А., Жижченко А.Б. Алгоритмическое и программное обеспечение интернета следующего поколения // Информационное общество. Выпуск № 1. С. 56–64.

8. Лавров А.А., Лисс А.Р., Яновский В.В. Мониторинг и администрирование в корпоративных вычислительных сетях: монография. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 160 с.

9. Кашунин И.А., Долбилов А.Г., Голунов А.О., Кореньков В.В., Мицын В.В., Стриж Т.А. Система мониторинга многофункционального информационно-вычислительного комплекса // CEUR Workshop Proc. (CEUR-WS.org). Aachen Univ.; RWTH. 2017. V. 1787. P. 256–263.

10. Кашунин И.А., Мицын В.В., Трофимов В.В., Долбилов А.Г. Интеграция кластерной системы мониторинга на базе Icinga2 в МИВК ЛИТ ОИЯИ // Письма в ЭЧАЯ. 2020. Т. 17. № 3 (228). С. 345–352.

11. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Методы исследования операций: Основы теории и практики. Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2018. 280 с.

УДК 51-74:656.11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛОТНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПОТОКА ПРИ СФОРМИРОВАВШЕМСЯ ДВИЖЕНИИ В ОПРЕДЕЛЕННОМ НАПРАВЛЕНИИ

Наумова Н.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Моделирование пешеходных потоков является актуальной темой для исследования, так как нашло большое количество приложений в различных областях науки в последние десятилетия. Особое значение понимание законов, которым подчиняется движение большой группы людей, имеет при моделировании эвакуационных сценариев, а также для организации движения по улично-дорожной сети. Актуальной задачей является разработка математической модели, позволяющей определять параметры плотных пешеходных потоков для управления ими в режиме реального времени. В работе пешеходный поток представляется как случайный поток Пальма. Распределение интервалов по времени в потоке аппроксимируется законом Эрланга шестого порядка. С помощью теории восстановления для случайных процессов разработан аналитический аппарат для прогнозирования количества пешеходов, прибывающих в фиксированную точку в течение заданного промежутка времени. При этом рассмотрен как случай отдельного пешеходного потока, так и слияние нескольких потоков в один. Приведен метод определения параметров потока по экспериментальным данным. Разработанный аналитический аппарат позволяет при минимальном числе исходных данных в режиме онлайн мгновенно предсказывать загруженность и выбирать оптимальный способ перенаправления пешеходных потоков при эвакуации.

Ключевые слова: пешеходный поток, математическая модель, случайный процесс, эвакуационный сценарий, организация движения

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF DENSE PEDESTRIAN FLOW WITH FORMED MOTION IN A CERTAIN DIRECTION

Naumova N.A.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Modeling of pedestrian flows is a relevant topic for research, as it has found a large number of applications in various fields of science in recent decades. Understanding the laws that govern the movement of a large group of people is of particular importance when modeling evacuation scenarios, as well as for organizing traffic along the road network. An urgent task is the development of a mathematical model that allows one to determine the parameters of dense pedestrian flows for their control in real time. In this paper, pedestrian flow is presented as a random stream of events. The distribution of time intervals in the flow is approximated by the sixth order Erlang law. Using the renewal theory for stochastic processes, an analytical apparatus has been developed for predicting the number of pedestrians arriving at a fixed point within a given period of time. In this case, both the case of a separate pedestrian stream and the merging of several streams into one are considered. A method for determining the flow parameters from experimental data is presented. The developed analytical apparatus allows, in on-line mode, with a minimum number of initial data, to instantly predict the workload and choose the optimal way to redirect pedestrian flows during evacuation.

Keywords: pedestrian flow, mathematical model, stochastic process, evacuation scenario, traffic organization

Моделирование пешеходных потоков является актуальной темой для иссследования, так как нашло большое количество приложений в различных областях науки в последние десятилетия. Особое значение понимание законов, которым подчиняется движение большой группы людей, имеет при моделировании эвакуационных сценариев, а также для организации движения по улично-дорожной сети.

Математические модели способны описывать динамику потока на различных уровнях: микроскопическом, мезоскопическом и макроскопическом. Микроскопические модели учитывают поведение в потоке каждого отдельного человека. Здесь можно выделить модель социальных сил и модель клеточных автоматов [1; 2]. На макроскопическом уровне предлагалось описывать потоки с помощью газодинамической и кинетической модели [3]. Существуют компьютерные программы, использующие оба типа моделей, позволяющие решать локальные и глобальные задачи, обмениваясь результатами и данными внутри программы [2; 4; 5]. Проблема в том, что исходные данные для моделей разных уровней совершенно различны. Это вносит значительные трудности, так как сбор большого количества исходных данных сам по себе является трудной задачей.

Для отдельного класса задач требуется моделирование потока на некото-

ром «среднем» уровне, когда отдельные участники движения учитываются с целью формирования параметров общего потока. Такие модели получили название мезоскопических.

Актуальной задачей является разработка математической модели, позволяющей определять параметры плотных пешеходных потоков для управления ими в режиме реального времени.

Целью данной работы является разработка мезоскопической модели плотного пешеходного потока, позволяющей при минимальном количестве исходных данных предсказывать параметры данного потока при эвакуационных сценариях.

Материал и методы исследования

При моделировании пешеходных потоков авторами зачастую за основу берутся аналогичные модели транспортных потоков. Не для всех типов решаемых задач это приемлемо, так как поток людей менее организован и подвержен влиянию большего количества случайных факторов. Согласно выводам, сделанным исследователями, существует эффект самоорганизации толпы, происходящий без внешнего воздействия по прошествии некоторого времени [2; 4]. В данной работе мы ставим цель описания сформировавшегося при эвакуации плотного потока, движущегося в определенном направлении к выходу. В этом случае мы можем взять за основу методы и приемы, использованные автором данной статьи при разработке модели транспортных потоков TIMeR_Mod [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Гипотезу о нормальном распределении плотного пешеходного потока, движущегося в определенном направлении, доказывали экспериментально многие исследователи. Однако при описании потока пешеходов как случайного потока событий нормальный закон распределения применять затруднительно. Закон Эрланга при значениях параметра $k \geq 5$ близок к нормальному и соответствует плотным потокам событий [7]. Поэтому при эвакуации из мест массового скопления людей по узким коридорам поток пешеходов будем аппроксимировать законом Эрланга (как и транспортный).

Плотность распределения специального закона Эрланга (или просто *«закон Эрланга»*) имеет вид [7]:

$$f^{(k)}(t) = \lambda(\lambda t)^{k-1} e^{-\lambda t} / (k-1), \quad (t > 0). \qquad (1)$$

Функция распределения Эрланга k-го порядка имеет вид:

$$F^{(k)}(t) = 1 - \sum_{n=0}^{k-1} \left((\lambda t)^n e^{-\lambda t} \right) / n! =$$

$$= 1 - R(k-1, \lambda t), \quad (t > 0). \qquad (2)$$

Математическое ожидание $M(T)$ и дисперсия $D(T)$ в этом случае равны соответственно:

$$M(T) = \frac{k}{\lambda}; \quad D(T) = \frac{k}{\lambda^2}. \qquad (3)$$

1. Представление пешеходного потока как потока Пальма

Будем использовать теорию восстановления при моделировании пешеходного потока как случайного потока событий – потока Пальма. Предполагаем, что поток уже сформировался и движется в определенном направлении. Случайным событием считаем прибытие пешехода в точку пространства с фиксированной координатой по оси направления движения. Интервал между случайными событиями – это интервал по времени между последовательными прибытиями к фиксированной точке пространства двух подряд идущих пешеходов в потоке. Рассмотрим функцию восстановления $H(t) = M(N_t)$ – математическое ожидание числа событий, произошедших за время t в случае (специального) распределения Эрланга. Изображение функции распределения временных интервалов в случае распределения Эрланга [8]:

$$f^*(s) = \frac{\lambda^k}{(\lambda + s)^k}. \qquad (4)$$

А преобразование Лапласа для этой функции имеет вид:

$$H^*(s) = \frac{\lambda^k}{s\left((\lambda + s)^k - \lambda^k\right)}. \qquad (5)$$

Функцию $H^*(s)$ можно разложить на простые дроби, содержащие члены:

1) от полюса $s = 0$;

2) от ненулевых полюсов в точках, являющихся корнями уравнения $f^*(s) = 1$.

Найдем корни этого уравнения:

$$\frac{\lambda^k}{(\lambda + s)^k} = 1; \quad (\lambda + s)^k = \lambda^k. \qquad (6)$$

Ненулевые корни имеют вид (здесь i – мнимая единица):

$$s_p = \lambda \cdot \left(e^{2\pi p i / k} - 1 \right), \quad p = 1, 2, ..., k-1. \qquad (7)$$

Каждому простому ненулевому корню s_p в разложении $H^*(s)$ соответствует дробь:

$$\frac{-1}{s_p \cdot \left(f^*(s_p)\right)' \cdot \left(s - s_p\right)} = \frac{-1}{\left(s_p \left(-\frac{k\lambda^k}{\left(\lambda + s_p\right)^{k+1}}\right) \cdot \left(s - s_p\right)\right)} = \frac{\lambda + s_p}{k \cdot s_p \cdot \left(s - s_p\right)}. \quad (8)$$

То есть

$$H^*(s) = \frac{\lambda}{ks^2} + \frac{1}{s} \cdot \frac{1-k}{2k} - \sum_{p=1}^{k-1} \frac{1}{s_p \left(f^*\left(s_p\right)\right)' \left(s - s_p\right)} = \frac{\lambda}{ks^2} + \frac{1}{s} \cdot \frac{1-k}{2k} + \sum_{p=1}^{k-1} \frac{\lambda + s_p}{k \cdot s_p \cdot \left(s - s_p\right)}. \quad (9)$$

Отсюда по таблицам находим оригинал, т.е. функцию восстановления $H(t)$ – число событий, произошедших в течение интервала времени $(0; t)$. Известно из теории операционного исчисления, что каждой дроби $\frac{1}{s - s_p}$ соответствует оригинал $e^{s_p t}$.

В случае плотных пешеходных потоков, согласно исследованиям, закон распределения близок к нормальному, и его можно аппроксимировать (специальным) законом Эрланга порядка не ниже пятого.

Для получения точного аналитического задания функции восстановления рассмотрим $k = 6$.

Корни уравнения $\left(\lambda + s\right)^6 = \lambda^6$ в этом случае следующие:

$$s_p = \lambda \cdot \left(e^{\frac{2\pi p}{6} i} - 1\right) = \lambda \cdot \left(e^{\frac{\pi p}{3} i} - 1\right), \quad p = 1, 2, ..., k-1, \quad (10)$$

$$s_1 = \lambda \cdot \left(e^{\frac{\pi}{3} i} - 1\right) = \lambda \cdot \left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right),$$

$$s_2 = \lambda \cdot \left(e^{\frac{2\pi}{3} i} - 1\right) = \lambda \cdot \left(-\frac{3}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right),$$

$$s_3 = \lambda \cdot \left(e^{\frac{3\pi}{3} i} - 1\right) = \lambda \cdot (-2),$$

$$s_4 = \lambda \cdot \left(e^{\frac{4\pi}{3} i} - 1\right) = \lambda \cdot \left(-\frac{3}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right),$$

$$s_5 = \lambda \cdot \left(e^{\frac{5\pi}{3} i} - 1\right) = \lambda \cdot \left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Изображение функции восстановления при $k = 6$ имеет вид:

$$H^*(s) = \frac{\lambda}{6s^2} + \frac{1}{s} \cdot \frac{-5}{12} - \sum_{p=1}^{5} \frac{1}{s_p \left(f^*\left(s_p\right)\right)' \left(s - s_p\right)} =$$

$$= \frac{\lambda}{6s^2} + \frac{1}{s} \cdot \frac{-5}{12} + \sum_{p=1}^{5} \frac{\lambda + s_p}{6 \cdot s_p \cdot \left(s - s_p\right)} = \frac{\lambda}{6s^2} + \frac{1}{s} \cdot \frac{-5}{12} + R^*(s). \quad (11)$$

Выразим $R^*(s)$:

$$R^*(s)=\frac{\lambda+\lambda\left(-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{6\lambda\cdot\left(-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(s-\lambda\left(-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+$$

$$+\frac{\lambda+\lambda\left(-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{6\lambda\cdot\left(-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(s-\lambda\left(-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+\frac{\lambda+\lambda(-2)}{6\lambda\cdot(-2)(s-\lambda(-2))}+$$

$$+\frac{\lambda+\lambda\left(-\frac{3}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{6\lambda\cdot\left(-\frac{3}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(s-\lambda\left(-\frac{3}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+\frac{\lambda+\lambda\left(-\frac{3}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{6\lambda\cdot\left(-\frac{3}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(s-\lambda\left(-\frac{3}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}. \quad (12)$$

После упрощения выражения и приведения его к виду, удобному для определения оригинала, получим следующее:

$$R^*(s)=\frac{1}{6}\frac{1+i\sqrt{3}}{-1+i\sqrt{3}}\frac{1}{\left(s-\lambda\left(-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+\frac{1}{6}\frac{1-i\sqrt{3}}{-1-i\sqrt{3}}\frac{1}{\left(s-\lambda\left(-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+$$

$$+\frac{1}{6}\frac{1}{2}\frac{1}{\left(s-\lambda(-2)\right)}+\frac{1}{6}\frac{-1+i\sqrt{3}}{-3+i\sqrt{3}}\frac{1}{\left(s-\lambda\left(-\frac{3}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}+\frac{1}{6}\frac{-1-i\sqrt{3}}{-3-i\sqrt{3}}\frac{1}{\left(s-\lambda\left(-\frac{3}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)}. \quad (13)$$

Найдем оригинал по его изображению:

$$R(t)=\frac{1}{6}\frac{1+i\sqrt{3}}{-1+i\sqrt{3}}e^{\lambda\left(-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)t}+\frac{1}{6}\frac{1-i\sqrt{3}}{-1-i\sqrt{3}}e^{\lambda\left(-\frac{1}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)t}+\frac{1}{6}\frac{1}{2}e^{-2\lambda t}+$$

$$+\frac{1}{6}\frac{-1+i\sqrt{3}}{-3+i\sqrt{3}}e^{\lambda\left(-\frac{3}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)t}+\frac{1}{6}\frac{-1-i\sqrt{3}}{-3-i\sqrt{3}}e^{\lambda\left(-\frac{3}{2}-i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)t}. \quad (14)$$

Тогда получим:

$$R(t)=\frac{1}{6}\cdot\frac{1}{-4}e^{\lambda\left(-\frac{1}{2}\right)t}\left(\left(1+i\sqrt{3}\right)^2\left(\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)+i\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right)+\left(1-i\sqrt{3}\right)^2\left(\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)-i\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right)\right)+$$

$$+\frac{1}{6}\frac{1}{2}e^{-2\lambda t}+\frac{1}{6}\cdot\frac{1}{12}e^{\lambda\left(-\frac{3}{2}\right)t}\left(\left(6-i\cdot2\sqrt{3}\right)\left(\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda\right)t+i\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right)+\left(6+i\cdot2\sqrt{3}\right)\left(\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)-i\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right)\right).$$

После упрощения выражения и приведения подобных слагаемых $R(t)$ приобретает следующий вид:

$$R(t) = = \frac{1}{12}e^{-2\lambda t} - \frac{1}{24}e^{\lambda\left(-\frac{1}{2}\right)t} \cdot \left[-4\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right) - 4\sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right] +$$

$$+\frac{1}{6}\cdot\frac{1}{12}e^{\lambda\left(-\frac{3}{2}\right)t} \cdot \left[12\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right) + 4\sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right]. \quad (15)$$

Тогда функция восстановления при $k = 6$ следующая:

$$H(t) = \frac{\lambda}{6}t - \frac{5}{12} + \frac{1}{12}e^{-2\lambda t} + \frac{1}{6}e^{\lambda\left(-\frac{1}{2}\right)t} \cdot \left[\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right) + \sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right] +$$

$$+\frac{1}{18}e^{\lambda\left(-\frac{3}{2}\right)t} \cdot \left[3\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right) + \sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda t\right)\right]. \quad (16)$$

Формула (16) задает функцию $H(t)$, равную количеству пешеходов потока, прибывших к фиксированной точке за время t секунд. При эвакуационных сценариях $H(t)$ численно равна количеству людей, подошедших к перекрытому эвакуационному выходу за t секунд. При моделировании улично-дорожного движения $H(t)$ определяет количество пешеходов, подошедших к пешеходному переходу за время горения запрещающего сигнала светофора [9].

2. Слияние нескольких пешеходных потоков перед перекрытым выходом

Рассмотрим теперь случай, когда перед эвакуационным выходом сливаются s пешеходных потоков. Согласно теории восстановления [7] для среднего числа восстановлений в интервале (0; t) в объединенном процессе справедливо соотношение:

$$H(t) = \sum_{i=1}^{s} H_i(t), \quad (17)$$

где s – количество объединяемых процессов, $H_i(t)$ – функция восстановления каждого из них.

То есть если в некоторой точке плоскости сливаются s пешеходных потоков, то количество пешеходов, пересекающих эту точку в промежуток (0; t) рассчитывается следующим образом:

$$H(t) = \sum_{i=1}^{s} H_i(t) = \sum_{i=1}^{s}\left(\frac{\lambda_i}{6}t - \frac{5}{12} + \frac{1}{12}e^{-2\lambda_i t} + \frac{1}{6}e^{\lambda_i\left(-\frac{1}{2}\right)t} \cdot \left[\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda_i t\right) + \sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda_i t\right)\right] +\right.$$

$$\left. +\frac{1}{18}e^{\lambda_i\left(-\frac{3}{2}\right)t} \cdot \left[3\cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda_i t\right) + \sqrt{3}\sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda_i t\right)\right]\right). \quad (18)$$

Здесь λ_i – параметр Эрланга для i-го объединяемого потока.

3. Определение параметров распределения Эрланга по экспериментальным данным

С помощью видеодетекторов фиксируем величины интервалов T_i по времени (в секундах) между двумя последовательными прохождениями пешеходов в потоке точки с фиксированной координатой. Рассчитываем выборочную среднюю случайной величины T:

$$\overline{T} = \frac{\sum_{i=1}^{m} T_i}{m}. \quad (19)$$

Значение параметра $k = 6$, тогда параметр λ распределения Эрланга следующий:

$$\lambda = \frac{k}{\overline{T}}. \quad (20)$$

Заключение

При планировании эвакуационных сценариев либо при управлении потоками пешеходов при чрезвычайном происшествии в режиме реального времени необходимо определять загруженность эвакуационных выходов. Имитационное моделирование с помощью макромоделей в данном случае неприменимо, так как требует больших затрат по времени и огромного количества исходных данных. Предлагаемый в работе аналитический метод позволяет при минимальном числе исходных данных в режиме онлайн мгновенно предсказывать загруженность, а следовательно, выбирать оптимальный способ перенаправления пешеходных потоков при эвакуации.

Список литературы

1. Helbing D., Molnar P. Social force model for pedestrian dynamics. «Physical Review E». 1995. No. 51(5). P. 4282–4286.

2. Johansson F. Microscopic Modelling and Simulation of Pedestrian Traffic. Lincoping University Department of Scince and Technology. Lincoping, Sweden. 2013. P. 119. 23 p.

3. Carrillo J.A., Martin S., Wolfram M.-T. An improved version of the Hughes model for pedestrian flow. Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. 2016. No. 26(04). P. 671–697.

4. Burger M., Hittmeir S., Ranetbauer H., Wolfram M.-T. Lane formation by side-stepping. SIAM Journal on Mathematical Analysis. 2016. No. 48(2). P. 981–1005.

5. Emiliano Cristiani, Benedetto Piccoli, and Andrea Tosin. Multiscale modeling of granular flows with application to crowd dynamics. Multiscale Modeling & Simulation. 2011. No. 9(1). P. 155–182.

6. Naumova N.A., Naumov R.A. Method of Solving Some Optimization Problems for Dynamic Traffic Flow Distribution . «International Review on Modelling and Simulations», Italy. 2018. Vol 11. No 4. DOI: 10.15866/iremos.v11i4.13701.

7. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие для втузов. М.: Высш. шк., 2000. 480 с.

8. Cox D.R. Renewal theory. London: Methuen. 1962. P. 150.

9. Naumova N.A. Advanced optimization of road network: Pedestrian crossings with calling devices. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020. No. 8 (1). P. 130–137.

УДК 519.622:004.021:004.942

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО АНАЛОГА МЕТОДА НЬЮТОНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Никонов Э.Г., Казаков Д.С.

ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна», Институт системного анализа и управления, Дубна, e-mail: e.nikonov@jinr.ru

В работе проанализирована зависимость характеристик сходимости непрерывного аналога метода Ньютона (НАМН) от невязки при численном решении нелинейных уравнений. Проведено исследование влияния шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН на область и скорость сходимости метода. Проанализированы алгоритмы выбора шага для численных методов решения нелинейных уравнений, использующие принцип уменьшения невязки. Поскольку при неудачно выбранном начальном приближении потребуется слишком много итераций или же сходимость может отсутствовать, был разработан механизм управления характеристиками сходимости, позволяющий увеличить окрестность выбора начального приближения. На основе проведённого анализа авторами предложен подход для повышения устойчивости процесса сходимости НАМН, в процессе которого предлагается ввести ряд коэффициентов, применяемых для регуляризации параметров влияющих на значения характеристик сходимости метода решения уравнений. Разработанный подход позволяет исключить зацикливание итерационного процесса метода Ньютона при наличии приближенных к нулю значений производной в окрестности корня уравнения. Приведены результаты тестовых расчетов для модельной задачи, которые показали высокую эффективность предложенного в работе подхода для повышения устойчивости и скорости сходимости численных методов решения нелинейных уравнений на основе НАМН.

Ключевые слова: итерационные методы, скорость сходимости, нелинейные уравнения

COMPUTATIONAL SCHEME FOR INCREASING THE STABILITY OF THE CONTINUOUS ANALOG OF THE NEWTON METHOD FOR THE SOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS

Nikonov E.G., Kazakov D.S.

Dubna State University, Institute of the System Analysis and Management, Dubna, e-mail: e.nikonov@jinr.ru

The paper analyzes the dependence of the convergence characteristics of the continuous analogue of the Newton method (CANM) on the discrepancy in the numerical solution of nonlinear equations. The influence of the step of numerical integration of the CANM evolution equation on the area and speed of the method's convergence is studied. Step selection algorithms for numerical methods for solving nonlinear equations are analyzed. Since the initial approximation chosen incorrectly will require too many iterations or there may be no convergence, a mechanism for managing the convergence characteristics has been developed to increase the neighborhood of the initial approximation selection. Based on the analysis, the authors propose an approach to improve the stability of the CANM convergence process, in which it is proposed to introduce a number of coefficients used to regularize the parameters that affect the values of the convergence characteristics of the method for solving equations. The developed approach makes it possible to avoid looping the iterative process of the Newton method in the presence of values of the derivative close to zero in the vicinity of the root of the equation. The results of test calculations for the model problem are presented, which showed the high efficiency of the approach proposed in this paper for increasing the stability and convergence rate of numerical methods for solving nonlinear equations based on CANM.

Keywords: iterative methods, rate of convergence, nonlinear equations

При решении широкого круга вычислительных задач в различных областях науки и техники возникает потребность численного решения уравнений одного или нескольких переменных, в частности при использовании неявных разностных схем для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, интегральных и других, как правило, нелинейных уравнений. В настоящее время существует множество итерационных методов решения уравнений и их систем, однако использование традиционных итерационных методов решения нелинейных уравнений часто является малоэффективным из-за довольно большого количества итераций, что неминуемо приводит к значительному увеличению времени вычислений. Таким образом, очевидно, что вопрос о построении эффективных алгоритмов решения нелинейных уравнений остается актуальным в вычислительной математике и ее приложениях, в частности математическом моделировании, например при моделировании методом молекулярной динамики, где на каждом временном шаге необходимо решать от 10^3 до 10^7–10^{10} дифференциальных уравнений. В этом случае

цена даже одной итерации при решении одного уравнения возрастает в миллионы раз [1]. Одним из эффективных итерационных методов решения нелинейных уравнений является метод Ньютона и различные его модификации? в том числе на основе непрерывного аналога метода Ньютона (НАМН). Эффективность метода Ньютона во многом основана на его высокой скорости сходимости. При численном решении эволюционного уравнения НАМН выбором подходящего значения шага численного интегрирования τ можно добиться сходимости метода при меньших ограничениях на значение начального приближения, чем в классическом методе Ньютона. Шаг интегрирования эволюционного уравнения τ может служить управляющим параметром для скорости сходимости итерационной схемы на основе НАМН. Предлагаемый в данной статье алгоритм выбора управляющего параметра τ позволяет сохранить высокую скорость сходимости даже в случае, когда значение производной в итерационной схеме метода Ньютона стремится к нулю. Данный алгоритм автоматически осуществляет выбор управляющего параметра в зависимости от значений невязки и производной левой части уравнения таким образом, чтобы окрестность выбора начального приближения обеспечивала устойчивую сходимость НАМН к точному решению.

В ходе работы предполагается провести исследование влияния шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН на область и скорость сходимости метода и проанализировать алгоритмы выбора шага для численных методов решения нелинейных уравнений, использующие принцип уменьшения невязки. На основании проведённого анализа необходимо предложить эффективный алгоритм численного решения нелинейных уравнений.

Устойчивая итерационная схема НАМН

Итерационная схема приближенного решения нелинейного уравнения вида

$$f(x) = 0$$

на основе непрерывного аналога метода Ньютона может быть представлена в следующем виде [2]. Пусть на отрезке $[a, b]$ существует единственный корень x^*, функция $f(x)$ дважды непрерывно дифференцируема и имеет нигде не обращающуюся в ноль первую производную $|f'(x)| > 0 \forall x \in [a,b]$. Тогда для произвольного начального приближения $x_0 \in [a, b]$ $\forall\ i = 1, 2, 3,\ldots$ приближенное решение x_i нелинейного уравнения $f(x) = 0$ может быть получено при помощи следующего рекуррентного соотношения:

$$x_i = x_{i-1} - \tau_i \frac{f(x_i)}{f'(x_i)},$$

$$\tau_i = \min\left|\frac{\tau_{i-1}|f(x_{i-1})|}{|f(x_i)|}, 1\right|, \tau_0 = 1. \qquad (1)$$

Здесь τ_i – шаг численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН [3].

Согласно теореме о существовании решения нелинейного уравнения, установленной и доказанной Л.В. Канторовичем [4] при помощи метода Ньютона, для сходимости последовательности $\{x_i\}$ к точному решению x^* при $i \to \infty$ достаточно выполнение следующих условий: $\forall x \in [a,b]$ 1) $|f(x)| < A$; 2) $|f'(x)|^{-1} < B$; 3) $\exists f''(x)$ и $|f''(x)| \le C$. Здесь A, B, C – действительные положительные константы.

В случае если для некоторой итерации значение $f'(x_i)$ становится настолько малым, что итерационный процесс (1) становится расходящимся, для восстановления сходимости можно модифицировать итерационную схему (1) описанным ниже способом.

Пусть $r > 0$ – такое целое число, что выполнены следующие условия:

$$\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} > 0 \ \forall i : 1 \le i \le r;$$

$$\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} < 0 \ \forall i : i > r.$$

При этом точное решение удовлетворяет условию

$$x^* = x_i + \alpha(x_i - x_{i-1}),\ \alpha \in (0,1)$$

и

$$[x_i; x_{i-1}] \in [a;b]\ \forall i = 1,\ldots,r.$$

Тогда для нахождения i-того приближения вместо формулы (1) может быть использована следующая итерационная схема:

$$x_i = \theta_i + \frac{(\Delta x_i - \theta_i)}{2}\vartheta, \qquad (2)$$

$$\Delta x_i = x_{i-1} - \tau_i \frac{f(x_{i-1})}{f'(x_{i-1})},$$

$$\theta_i = x_0 - (x_0 - x_{i-1})\frac{f(x_0)}{f(x_0) - f(x_{i-1})},$$

$$\vartheta = \min\left[\left|\frac{f(x_0)*(x_0-\theta_i)}{f(x_{i-1})*(x_0-\Delta x_i)}\right|, 2\right], 0 < \vartheta \le 2.$$

Алгоритм (2) может быть применён при следующих условиях:

$$|f'(x_{i-1})| \le |f'(x_{i-2})|;$$

$$|x_{i-1} - \Delta x_i| > |x_{i-1} - \theta_i|.$$

Величина θ_i является решением уравнения прямой, проходящей через точки $f(x_0)$ и $f(x_{i-1})$. Алгоритм (2) может использоваться для управления величиной $|f'(x_{i-1})|$ в случае возникновения расходимости итерационной схемы (1) при слишком быстром уменьшении абсолютной величины производной в окрестности корня уравнения [3]. Для вычисления величины τ_i при $i \le r$ воспользуемся формулой

$$\tau_i \cdot |f(x_i)| = \tau_{i+1} \cdot |f(x_{i+1})| =$$
$$= \tau_{i+2} \cdot |f(x_{i+2})| = \tau_0 \cdot |f(x_0)|.$$

Тогда для величины τ_i можно получить следующую расчетную формулу:

$$\tau_i = \frac{\tau_{i-1} \cdot |f(x_{i-1})|}{|f(x_i)|} =$$
$$= \frac{\tau_{i-2} \cdot |f(x_{i-2})| \cdot |f(x_{i-1})|}{|f(x_{i-1})| \cdot |f(x_i)|} = \frac{\tau_0 \cdot |f(x_0)|}{|f(x_i)|}. \quad (3)$$

Если $i > r$, то $\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} < 0$, тогда для того, чтобы не допустить расходимости метода (1) в результате возможного зацикливания при малых значениях производной вблизи корня, вместо схемы (1) предлагается использовать следующую итерационную схему:

$$x_{i+1} = x_i - \gamma_i \frac{f(x_i)}{f'(x_i)};$$

$$\gamma_i = \min\left(\left(0{,}8 \cdot \frac{|x_i - \xi|}{|f(x_i) f'(x_i)^{-1}|}\right), 1\right). \quad (4)$$

Для алгоритма (4) вводится дополнительный параметр $\xi = x_{i-1}$, где x_{i-1} – значение итерационной переменной, в которой отношение невязок впервые становится отрицательным $\frac{f(x_i)}{f(\xi)} < 0$. Вместо параметра τ_i используется параметр γ_i, вычисляемый по формуле (4), который позволяет контролировать величину $|\xi - x_{i+1}|$. Если величина $|\xi - x_{i+1}|$ становится равной нулю, то итерационный процесс (1) становится строго циклическим при том, что условие $\frac{f(x_i)}{f(\xi)} < 0$ выполняется.

Действительно, в случае: $\frac{f(x_i)}{f(\xi)} < 0$ и $|f'(x_i)| \to 0$ при $i \to \infty$ может выполняться условие:

$$|\xi - x_{i+1}| \to 0.$$

Тогда $\xi \approx x_{i+1}\ \forall i > r$, откуда следует следующее приближенное равенство:

$$|\xi - x_i| \approx |x_i - x_{i+1}|.$$

Данное неравенство позволяет сделать вывод о расходимости и полном зацикливании метода (1) в случае выполнения точного равенства $|\xi - x_i| = |x_i - x_{i+1}| \forall i > r$ [5]. Чтобы избежать данного типа расходимости, используется итерационная схема (4), которая позволяет $\forall i > r$ обеспечить выполнение следующего условия.

$$x_{i+1} = x_i + \alpha(x_i - x_{i-1}),\ \alpha \in (0,1).$$

Данное условие приводит к строгому неравенству

$$|x_i - x_{i-1}| > |x_i - x_{i+1}|, \quad (5)$$

которое гарантирует устранение расходимости метода (1) в виде зацикливания. Подставив значение $\gamma_i \left|\frac{f(x_i)}{f'(x_i)}\right|$ вместо $|x_i - x_{i+1}|$ в неравенство (5), мы получим:

$$|x_i - x_{i-1}| > \gamma_i \left|\frac{f(x_i)}{f'(x_i)}\right|. \quad (6)$$

Это приводит к оценке для γ_i:

$$\gamma_i < \frac{|x_i - x_{i-1}| \cdot |f'(x_i)|}{|f(x_i)|} = \frac{|x_i - \xi|}{|f(x_i) f'(x_i)^{-1}|}. \quad (7)$$

Схема алгоритма (2)–(4) представлена ниже.

Алгоритм решения нелинейного уравнения f(x) = 0

Input: *eps* – значение невязки, при достижении которого итерационный процесс останавливается.
Output: N – количество выполненных итераций.
θ_i – точка пересечения прямой, проходящей через точки x_0, x_i, с осью абсцисс.
ξ – точка, для которой выполнилось условие $\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} < 0$.
ϑ – регулирующий коэффициент для x_i.
Initial data: x_0 – начальное приближение.
τ_0 – начальное значение шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН.

while $(|f(x_i)| > eps$ and $\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} > 0)$ do

$\theta_i := x_0 - (x_0 - x_{i-1}) \cdot f(x_0) / (f(x_0) - f(x_{i-1}))$

$x_i := x_{i-1} - \tau_{i-1} \cdot f(x_{i-1}) / f(x_{i-1})$

$\tau_i := \tau_{i-1} \cdot f(x_i) / f(x_{i-1})$

if $\tau_i > 1$ then

$\tau_i := 1$

end if

if $(f'(x_i) < f'(x_{i-1})$ and $|x_{i-1} - x_i| > |x_{i-1} - \theta_i|)$ then

$\vartheta := |f(x_0) * (x_0 - \theta_i) / f(x_{i-1}) \cdot (x_0 - x_i)|$

if $\vartheta > 2$ then

$\vartheta := 2$

end if

$x_i := \theta_i + (x_i - \theta_i) \cdot \vartheta / 2$

end if

end while

while $|f(x_i)| > eps$ do

if $\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} < 0$ then

$\xi := x_{i-1}$

end if

$x_i = x_{i-1} - \frac{f(x_{i-1})}{f'(x_{i-1})}$

if $(0.8 \cdot |\xi - x_{i-1})| < |x_i - x_{i-1}|)$ then

$x_i = 0.8 \cdot |(\xi - x_{i-1})| \cdot \frac{f(x_{i-1})}{f'(x_{i-1})} / |\frac{f(x_{i-1})}{f'(x_{i-1})}|$

end if

end while

Входными данными для этого алгоритма является *eps* – точность нахождения приближенного решения x_i Для уравнения $f(x) = 0$. Итерации заканчиваются при условии $|f(x_i)| \le eps$. При этом выходным значением переменной N будет значение i, при котором впервые выполняется условие $|f(x_i)| \le eps$. Начальными данными для алгоритма являются начальное приближение x_0 и начальное значение шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН τ_0. Первый цикл с предусловием выполняется до тех пор, пока отношение невязок для соседних итераций положительно. После того, как упомянутое выше отношение невязок становится отрицательным $\frac{f(x_i)}{f(x_{i-1})} < 0$, начинается выполнение второго цикла с предусловием. При этом определяется новая переменная $\xi = x_{i-1}$ и вычисления проводятся в соот-

ветствии с алгоритмом (4). Значение 0,8, используемое для вычисления очередной величины x_i, получено в результате вычислительных экспериментов с целью определения наиболее эффективного значения коэффициента в выражении для вычисления γ_i (4). Данное значение является оптимальным для увеличения области сходимости для различных значений начального приближения x_0 и, соответственно, уменьшения количества итераций для нахождения приближенного решения заданной точности.

Алгоритм реализован на языке C++.

Численное исследование устойчивости алгоритма (2)–(4)

В табл. 1, 2 представлены результаты приближенного решения тестового уравнения $f(x) = \ln(x)^{\sin 3x-1,2} - 0,7 = 0$ с использованием численного метода (2), (4). $x^* = 3,36985651$ является точным решением тестового уравнения. В окрестности корня в точке $x = 3,825049$ производная $f'(x)$ обращается в ноль, что может привести при неудачном выборе начального приближения x_0 к зацикливанию стандартного НАМН.

Таблица 1

Зависимость количества итераций N от выбора начального значения x_0 при фиксированном $\tau_0 = 0,1$

x_0	$\lvert f(x_N)\rvert$	N
2,5	$1*10^{-6}$	8
3	$1*10^{-4}$	3
3,2	$1*10^{-10}$	3
3,3	$1*10^{-5}$	4

Таблица 2

Зависимость количества итераций N от выбора начального значения τ_0 при фиксированном $x_0 = 2,5$

τ_0	$\lvert f(x_N)\rvert$	N
0,1	$1*10^{-6}$	8
0,2	$1*10^{-4}$	7
0,4	$1*10^{-10}$	6
0,7	$1*10^{-5}$	4

Анализ данных из табл. 1, 2 позволяет сделать следующие выводы. Как видно из табл. 1, чем ближе к корню выбирается начальное приближение x_0, тем меньше итераций N необходимо для получения заданной точности приближенного решения тестового уравнения при помощи метода (2), (4). Данное свойство присуще всем методам ньютоновского типа. Данные табл. 2 демонстрируют возможность уменьшения количества итераций при фиксированном начальном приближении с помощью предложенного в статье метода (2), (4) за счет адекватного выбора начального значения шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН τ_0. При этом предложенная в статье модификация НАМН позволяет не допустить расходимости численного метода даже в случае зацикливания, если в окрестности корня, в некоторой точке, производная $f'(x)$ обращается в ноль.

Заключение

В статье предложен новый подход к построению устойчивых численных схем на основе НАМН. Данный подход при помощи описанной в статье процедуры выбора шага численного интегрирования эволюционного уравнения НАМН не позволяет зацикливаться итерационному процессу численного решения уравнения $f(x) = 0$ в случае, если в окрестности корня уравнения производная $f'(x)$ обращается в ноль. Тестовые расчеты для модельной задачи показали высокую эффективность предложенного авторами подхода для повышения устойчивости численных методов решения нелинейных уравнений на основе НАМН.

Список литературы

1. Nikonov E.G. One class of conservative difference schemes for solving molecular dynamics equations of motion. [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/pdf/1605.05714v1.pdf (date of access: 22.09.2020).

2. Cordero A., Torregrosa J., Vassileva M. Three-step iterative methods with optimal eighth-order convergence. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2011. V. 235. P. 3189–3194.

3. Chun C., Neta B.A. Analysis of a new family of eighth-order optimal methods. Mathematics, Computer Science. 2014. V. 245. P. 86–107.

4. Жанлав Т., Узийбаяр В., Чуулунбаатар О. Необходимые и достаточные условия сходимости двух- и трехшаговых итераций ньютоновского типа // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. Т. 57. № 7. С. 1093–1102.

5. Жанлав Т., Чуулунбаатар О. Сходимость непрерывного аналога метода Ньютона для решения нелинейных уравнений // Вычислительные методы и программирование. 2009. Т. 10. № 4. С. 402–407.

УДК 621.181

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА МОЩНОСТЬЮ 1,16 МВТ (КСГН-1,16)

Орумбаев Р.К., Кибарин А.А., Коробков М.С., Кумаргазина М.Б., Искаков Д.О., Жекенов Е.Л.

Некоммерческое АО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», Алматы, e-mail: a.kybaryn@aues.kz

Для стран СНГ и Казахстана в настоящее время отмечается рост децентрализованных систем теплоснабжения, оснащенных малыми водогрейными котлами мощностью до 7,56 МВт. Для города Алматы отмечается большое количество малых котельных на газообразном топливе, эксплуатирующих водогрейные котлы мощностью от 0,63 до 7,56 МВт, для которых должны выполняться требования экономичности и экологической привлекательности при эксплуатации существующих агрегатов, их замене и модернизации и при вводе новых котельных. В статье представлены особенности конструкций котельных агрегатов серии КСГн-1,16 и показан опыт их эксплуатации с оценкой эффективности их работы. Отмечена новая конструкция новых U-образных топочных экранов, образованных из цельносварных мембранных трубных панелей. Используются внутренние и внешние U-образные экраны, при этом последний выступает в качестве двусветного экрана. Мониторинг работы котельных с котлами серии КСГн-1,16 и проведенные теплотехнические испытания позволили получить подтвержденные сведения, показывающие, что котлы этой серии имеют высокую надежность, ремонтопригодность и эффективность эксплуатации. Представлены обработанные результаты исследований эксплуатации котлов, показано, что котел имеет высокие удельные характеристики тепловой эффективности.

Ключевые слова: водогрейный котел, конструкция топочных экранов, энергоэффективность котельных, теплотехнические испытания

EXPERIENCE IN OPERATING OF 1,16 MW STEEL HORIZONTAL HOT-WATER BOILER (KSGN-1,16)

Orumbayev R.K., Kibarin A.A., Korobkov M.S., Kumargazina M.B., Iskakov D.O., Zhekenov E.L.

Non-profit JSC «Almaty university of power engineering and telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, e-mail: kibarin@rambler.ru

For the CIS countries and Kazakhstan, there is currently an increase in decentralized heat supply systems equipped with small hot water boilers with a capacity of up to 7,56 MW. For the Almaty city there is a large number of small gas-fired boiler plants operating hot water boilers with a capacity of 0,63 to 7,56 MW for which the requirements of efficiency and environmental attractiveness must be met when operating existing units, replacing and upgrading them, and when commissioning new boilers. The article describes the design features of the KSGn-1,16 series boiler units and shows the experience of their operation with an assessment of their efficiency. A new design of new U-shaped furnace screens formed from all-welded membrane tube panels was noted. Internal and external U-shaped screens are used, and the last is acting as a bi-radiated screen. Monitoring the operation of boiler plants with the KSGn-1,16 series boilers and conducted heat engineering tests allowed to obtain confirmed information showing that the boilers of this series have high reliability, maintainability and operational efficiency. The processed results of research on the operation of boilers are presented. it is shown that the boiler has high specific characteristics of thermal efficiency.

Keywords: hot-water boiler, furnace walls construction, boiler plant energy efficiency, thermal tests

На сегодняшний день в Казахстане, и в городе Алматы в частности, находится в эксплуатации большое количество децентрализованных источников теплоснабжения, находящихся как в частной собственности, так и в ведении ТОО «Алматытеплокоммунэнерго» [1], обеспечивающих теплоснабжение районов города. Как правило, по последним имеющимся у авторов данным исследований, в городе Алматы практически отсутствуют котельные, работающие на твердом и жидком топливе, и подавляющее большинство котельных уже газифицированы. С учетом современных мировых трендов [2] развиваются схемы малых централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения, в том числе и в городе Алматы с присоединением новых пригородных районов появляется необходимость их энергообеспечения, что можно решить несколькими способами, к примеру, подключить к существующим районным котельным или организовать малые децентрализованные котельные. Имеет место и обратная ситуация, при которой часть потребителей отключается от системы, и котельные вынуждены переходить на новый режим работы с пониженной нагрузкой. В том и другом случае для котельных ключевым вопросом будет определение наиболее экономичного плана работы [3] при существующей нагрузке потребителей.

Эксплуатация и новых, и существующих котельных должна выполняться с учетом требований государственных программ повышения энергоэффективности [4], с принятием политики «зеленой экономики» [5] и защитой окружающей среды. В малых котельных АО «Алматытеплокоммунэнерго» уже находятся в эксплуатации малые водогрейные котлы КСГн-1,16 с современной конструкцией топочных экранов [6], которые имеют возможность работать с высокой экономичностью и экологичностью в широких пределах регулировочного диапазона нагрузки.

Целью исследования в настоящей статье является опытная проверка эффективности конструкций водогрейных котлов КСГн-1,16 на основе данных по итогам теплотехнических испытаний и мониторинга работы котлов малых котельных ТОО «Алматытеплокоммунэнерго».

Материалы и методы исследования

Проведенный анализ существующих казахстанских, российских и зарубежных технологий показывает, что в целом для существующих систем теплоснабжения в настоящее время растет уровень использования отечественных технологий (как для Казахстана, так и для России), при этом современный рынок котельного оборудования при эксплуатации не уступает зарубежным аналогам [7; 8].

Для оценки эффективности современной конструкции водогрейного котла КСГн-1,16 были использованы методы статистического анализа, сравнения и эксперимента, которые отражены в выполненной работе по мониторингу за основными эксплуатационными показателями работы водогрейных котлов (температуры теплоносителя на входе и выходе из котла, расход теплоносителя энергетического топлива, мониторинг состава уходящих газов). В качестве основного аналитического материала выступали данные мониторинга по работе котла по значениям штатных приборов, с выведением среднего фиксированного значения.

Обследуемые котельные полностью оборудованы необходимым минимумом контрольно-измерительных приборов. В том числе термометрами и манометрами на входе и выходе из котла, на прямой и обратной линиях теплоносителя; расходомерами с тепловычислителями также на обеих линиях теплоносителя; газовым счетчиком для контроля расхода топлива – природного газа. Для оценки состава уходящих газов были использованы данные производственного экологического контроля (средние показательные значения). Все второстепенные значения и данные были приняты по имеющимся журналам учета показателей работы котельной. При проведении теплотехнических испытаний вся основная информация, собранная по данным штатных приборов, была дополнительно подтверждена с дублированием информации с помощью портативных измерительных комплексов, в том числе пирометрами, газоанализатором, ультразвуковыми расходомерами. При проведении испытаний была использована упрощенная методика М.Б. Равича [9] теплотехнических испытаний для котельных агрегатов на газовом топливе. При этом обработка результатов расчетов была выполнена с учетом допустимых погрешностей при определении КПД котла по обратному балансу [9; 10].

При проведении теплотехнических испытаний поддерживались общие условия, соответствующие требованиям эксплуатации. Уровень присосов сохранялся на допустимом минимальном уровне, а доля теряемой тепловой энергии с поверхностей котла контролировалась с помощью тепловизионной камеры, с её помощью также определялся уровень изношенности изоляционных поверхностей котла [11; 12].

В качестве опытных образцов были выбраны уже находящиеся в эксплуатации котельные агрегаты для получения данных, выбранных статистически из большого массива фиксируемых данных на протяжении последнего отопительного сезона (котельная «Ботагоз», котельная «Станкевича», котельная «на Глазунова»).

Исследуемые котельные агрегаты отличаются новой конструкцией топочных экранов [6]. Внутренние топочные U-образные экраны выполнены цельносварной трубной панелью с мембранами. При этом мембраны приваривались к трубам с попеременным смещением в противоположные стороны от диаметральной плоскости для существенного увеличения прочности [13]. Трубы фронтового и потолочного экранов выполнялись также единой цельносварной Г-образной панелью с выполнением в потолочном экране с тыльной стороны котла взрывного клапана. Снизу внутренний топочный U-образный цельносварной экран опирается на внутренние стенки газохода котла. Наружный двусветный U-образный экран размещается над серединой газохода, а наружный U-образный теплоизолированный кожух котла опирается на наружные стенки U-образного газохода котла, который одновременно с внутренней стороны кожуха имеет турбулизаторы, а с наружной стороны является декоративным кожухом. Функции фестонного экрана выполняют

верхние два ряда труб внутренних топочных U-образных экранов, которые по периметру обтекают топочные газы из объема топки и попадают в заэкранный газоход котла, после которого уже нисходящий поток газов обтекает поперечные ряды труб наружного двусветного экрана. При этом заэкранный газоход вместе с трубами наружного двусветного экрана и наружной стороны цельносварного внутреннего топочного U-образного экрана, учитывая поперечные пластины-турбулизаторы декоративного кожуха, выполняется в виде элемента поперечного шахматного пучка труб.

При этом для достижения оптимальной геометрии топочной части котла КСГн-1,16 конструкция выполнялась с более зауженным с тыльной стороны заэкранным газоходом, что обуславливается размещением сборного коллектора короба газохода с тыльной нижней стороны котла. А также с целью обеспечения равномерного обтекания продуктами сгорания боковых конвективных поверхностей с размещенным по всей длине топки поперечным одним рядом труб [6; 14].

Результаты исследования и их обсуждение

На основе выполненного анализа данных мониторинга и проведенных теплотехнических испытаний котельных агрегатов был собран массив данных, по которым были выполнены необходимые расчеты с требуемым уровнем статистической обработки (с исключением случайных величин, установкой доверительного интервала данных в пределах установленной погрешности измерений, приборов, расчетов). Полученные итоговые данные для трёх режимов работы котла были обобщены и сведены в таблицу.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности конструкций топочных экранов. Смещенные поочередно в разные стороны мембраны внутреннего топочного U-образного цельносварного экрана обеспечивают более равномерный прогрев по периметру всех экранных труб. Цельносварная трубная экранная панель с поочередно смещенными в разные стороны от диаметральной плоскости мембранами образует жесткую конструкцию, составленную из двух пар таврового сечения по всей высоте и ширине внутреннего топочного U-образного экрана [6; 13].

Собранные таким образом экраны вместе с цельносварным Г-образным экраном обеспечивают достаточную герметичность в топке, а конструкция водогрейного котла становится более прочной и практически невосприимчивой к возможным хлопкам (и даже к взрывам) и переменным тепловым нагрузкам, как это показала достаточно длительная эксплуатация. Конструкция котлов этой серии КСГн с наиболее теплонапряженными топочными экранами, в которых выполняется подъемное движение воды, является наиболее надежной с точки зрения эксплуатации котла в реальных условиях работы [6; 13].

Обобщенные и обработанные результаты по обследованию котла КСГн-1,16

Характерный параметр	Значения в режимах работы		
	1	2	3
Тепловая мощность котла КСГн-1,16, МВт	0,464	1,11	1,16
Давление газа перед горелкой, кПа	0,18	0,67	0,67
Расход воды через котел в испытаниях, т/ч	40	40	40
Давление воздуха перед горелкой, кПа	0,21	1,15	1,17
Температура воды на входе в котел, °С	44	44	44
Температура воды на выходе из котла, °С	54	68	69
Расход газа по расходомеру, $м^3$/час	51,8	122,5	127,9
Гидравлическое сопротивление котла, МПа ($кгс/см^2$)	0,01 (0,1)	0,01 (0,1)	0,01 (0,1)
КПД, на природном газе, %	92,61	93,5	93,57
Температура уличного воздуха, °С	20	20	20
Окись углерода	след	след	след
Коэффициент избытка воздуха за котлом, %	1,36	1,21	1,2
Температура уходящих газов, °С	122	148	151
Потери тепла с уходящими,%	3,89	5,02	5,16
Потери тепла с хим. недожогом,%	0	0	0
Потери тепла в окруж. среду,%	3,5	1,46	1,27
Теплота сгорания газа, $Q_н$, ккал/$м^3$	8360	8360	8360

Предложенный порядок соединения экранов по произведенным расчетам позволяет котлу эффективно работать как в номинальном режиме, так и в режимах с пониженной вплоть до 20% тепловой нагрузкой. Устойчивость работы котла на пониженной нагрузке была проверена экспериментально. Надежность конструкции позволяет предусмотреть работу котла на пониженных давлениях воды, это существенно позволяет сдвинуть нижние границы по условиям недопущения закипания воды и опрокидывания циркуляции воды в контуре котла [6; 15].

В конвективной части котла, конструктивно функцию которой выполняет наружный U-образный экран с двусветными трубами, топочные газы опускаются вниз. Скорость потока воды по шести каждым трубам составляет до 1,48 м/с, и гидравлическая схема движения воды может работать по более эффективной противоточной схеме.

В исследованных конструкциях котлов удалось увеличить общий расход воды: до 40 м^3/час в котле КСГн-1,16 котельной «Ботагоз» (испытания проводились с расходом 22 м^3/ч). Расход воды равномерно распределялся по симметричным экранам котла. Скорость воды во внутренних цельносварных топочных экранах варьировалась от 2,24 до 2,45 м/с, а в конвективном экране с двусветными трубами от 1,5 до 1,8 м/с.

Расчеты, выполненные при проведении аналогичных теплотехнических испытаний [13–15], также подтверждают эффективность оптимизации конструкций новых водогрейных котлов. Отличие всей серии водогрейных котлов КСГн от аналогов состоит в том, что радиационная поверхность нагрева Нр может быть увеличена в 1,5 раза, а объем топки может быть увеличен в 1,65 раза практически без значительных изменений прежних габаритов котла в плане [6; 13; 14].

Для оценки возможности эффективной эксплуатации водогрейных котлов КСГн-1,16 были проведены дополнительно экспресс-испытания по режимам работы, в частности с переключением режима горения для форсировки и снижения интенсивности процесса горения. По результатам было показано, что преднамеренный выход с оптимального режима горения (отмечается изменением избытка воздуха по данным непрерывного контроля состава уходящих газов) не вызывает дестабилизации работы котла и за счет конструкции котла позволяет эксплуатировать его в таких режимах с значительным запасом по надежности. При этом было отмечено минимальное снижение КПД до значений 88–89% при 50%-ной нагрузке котла.

За счет применения новой конструкции цельносварных экранов котлов появляется возможность использования дополнительной тепловоспринимающей поверхности, которая образуется за счет организации движения газов сначала с внутренней стороны U-образных экранов, а далее с внешней их стороны, что образует так называемые двусветные экраны. Таким образом, новые котлы серии КСГн-1,16 имеют объем топки V = 7,4 м^3, и соответственно площади конвективной и радиационной поверхностей $H_к$ = 44 м^2 и $H_р$ = 20 м^2. Соотношение конвективной поверхности к радиационной составляет 2,2, а отношение суммарной величины площадей поверхности нагрева к величине тепловой мощности котла составляет порядка 55,17 м^2/МВт. При этом для сравнения с серийными котлами, ближайший котел КВГМ-1,16-95 («Смоленск-1», производства ОАО «ДКМ» [16]) имеет значения площадей конвективной поверхности $H_к$ = 29,2 м^2 и радиационной поверхности $H_р$ = 11,2 м^2, соответственно отношение поверхностей $H_к/H_р$ составляет 2,6, а отношение суммарной величины площадей поверхности нагрева к величине тепловой мощности находится на уровне 34,83 м^2/МВт.

При этом конструкция водогрейного котла серии КСГн позволяет варьировать отношением длины топки к поперечному сечению топки, а также отношением радиационной поверхности к конвективной. Новая конструкция позволяет конструкторам изменять и реализовывать оптимальный профиль эффективного котла в зависимости от конкретного вида сжигаемого топлива, что сложно выполнять на классических водогрейных котлах призматической или цилиндрической формы с достаточно жесткими привязками к габаритным размерам [14; 15].

Выводы

Существующие водогрейные котлы, по данным исследований длительной эксплуатации конструкций с цельносварными панелями без использования обратной стороны экранов, показали достигнутые пределы радиационного и конвективного теплообмена с учетом всех возможных вариантов интенсификации. Рассматриваемые в данной работе конструкции с двусветными экранами котлов типа КСГн позволяют расширить эти пределы.

Находящиеся в эксплуатации малые стальные горизонтальные водогрейные котлы серии КСГн (в котельных ТОО «Алматытеплокоммунэнерго») по результатам мониторинга показателей работы и проведенных

теплотехнических испытаний подтвердили надежность, ремонтопригодность и простоту обслуживания в условиях работы в режиме горячего водоснабжения по открытой схеме на пониженных давлениях воды.

Конструкция водогрейных котлов КСГн-1,16 с U-образными цельносварными мембранными экранами показала высокую надежноть в длительной эксплуатации, а использование двусветного экрана позволяет развить тепловую мощность котла. По итогам исследований показан потенциал увеличения конвективной поверхности до 35 % путем увеличения только одного геометрического параметра – высоты внутреннего топочного U-образного цельносварного экрана, с увеличением числа труб внутреннего и наружного U-образных экранов. Использование двусветных экранов позволяет в конструкции котлов получить высокие удельные показатели тепловой эффективности топочного пространства, а на практике может оказать положительный экономический эффект на снижении металлоемкости изготовления котельных агрегатов при сохранении мощностных характеристик.

Данная работа была подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательских работ, финансируемых Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (по проекту AP05133388).

Список литературы

1. Районные котельные // Официальная интернет страница ТОО «Алматытеплокоммунэнерго». [Электронный ресурс]. URL: http://www.atke.kz/o-kompanii/rajonnye-kotelnye (дата обращения: 20.08.2020).

2. Advanced District Heating and Cooling (DHC) Systems. Woodhead Publishing Series in Energy, edited by Robin Wiltshire. 2016. DOI: 10.1016/C2014-0-01422-0.

3. Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724. [Электронный ресурс]. URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1400000724 (дата обращения: 20.08.2020).

4. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV. [Электронный ресурс]. URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1200000541 (дата обращения: 20.08.2020).

5. Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013–2020 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 июля 2013 года № 750. [Электронный ресурс]. URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300000750 (дата обращения: 20.08.2020).

6. Орумбаев Р.К., Орумбаева.Ш.Р., Кибарин А.А., Касимов А.С., Ходанова Т.В., Коробков М.С. Патент на изобретение Республики Казахстан № 33376 «Водогрейный котел». Патентообладатель Некоммерческое АО «АУЭС имени Гумарбека Даукеева». 2019. Бюлл. № 2, опубликовано 11.01.2019 г.

7. Низамутдинов М.И., Низамова А.Ш. Современные водогрейные котлы российских и зарубежных производителей // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности (г. Казань, 28–29 февраля 2020 г.). Казань: Изд-во ООО «Конверт», 2020. С. 135–136.

8. Водогрейные котлы. Серия КВ (ДЕВ) – 1,6 МВт // Официальная интернет страница ООО «ЭСД-БиКЗ». [Электронный ресурс]. URL: http://www.bikz.ru/production/kotly_vodogreynie/gaz_zhidkoe_toplivo/serii_kv_dev_1_6_mvt/ (дата обращения: 20.08.2020).

9. Равич М.Б. Упрощенная Методика Теплотехнических Расчетов. М.: Изд-во АН СССР, 1966. 407 с.

10. Стариков А.Н., Карцева Е.В., Брыль И.Б., Иринин А.А. Методы оценки эффективности функционирования газового водогрейного котла // Образование и наука в современных условиях. 2015. № 4(5). С. 221–228.

11. Петухов Ю.В., Сергеев В.Ю., Спиридонов А.А., Бодров А.В., Дорофеев Б.А. Тепловизионное обследование металлургических печей и котельного оборудования // Наука и безопасность. 2015. № 4(17). С. 69–73.

12. Методические указания по инфракрасной диагностике тепломеханического оборудования тепловых электростанций. Приложение 16 к приказу Министра энергетики Республики Казахстан от 30 декабря 2016 года № 580 «Об утверждении нормативных технических документов в области электроэнергетики». [Электронный ресурс]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34953539#pos=0;3 (дата обращения: 20.08.2020).

13. Орумбаев Р.К., Кибарин А.А., Коробков М.С., Ходанова Т.В., Сейдалиева А.Б., Отынчиева М.Т. Опыт длительной эксплуатации водогрейного котла КВ-ГМ-7,56-95 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10. С. 169–174.

14. Орумбаев Р.К., Коробков М.С., Ханасилова Г.А., Ходанова Т.В. Опыт эксплуатации водогрейных котлов малой мощности новой серии КСГН на природном газе // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. 2018. № 4(2) (43). С. 5–12. [Электронный ресурс]. URL: https://vestnik-aues.kz/frontend/web/uploads/magazine/pdf/1592469588_hdCtLH.pdf (дата обращения: 20.08.2020).

15. Сейдалиева А.Б., Отынчиева М.Т., Жекенов Е.Л., Искаков Д.О. Теплотехнические испытания водогрейных котлов КСГН-1,16 И КСГН-3,15 // Вестник науки и образования. 2019. № 14-1 (68). С. 29–33. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39130518 (дата обращения: 20.08.2020).

16. Водогрейные котлы серии Смоленск // Официальная интернет страница ОАО «Дорогобужкотломаш». [Электронный ресурс]. URL: http://www.dkm.ru/upload/iblock/197/1979b29c210b69c5dfe988d6851bc44b.pdf (дата обращения: 20.08.2020).

УДК 004.4

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА К ПЛАНИРОВАНИЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СОЦИАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Сергеев А.Н.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», Волгоград, e-mail: alexey-sergeev@yandex.ru

В статье описываются вопросы реализации модульного подхода к планированию инструментальных ресурсов социальной образовательной сети. Уточняются общая структура социальной образовательной сети, особенности реализации ее ядра и дополнительных компонентов. Раскрываются типы, назначение и особенности передачи информации между ядром и компонентами социальной образовательной сети как автономными модулями образовательной платформы (информация для авторизации пользователей, об изменении содержательного наполнения разделов, о связи отдельных элементов образовательных ресурсов, о составе сообществ учащихся и педагогов, о результатах учебной деятельности). Описывается внутренний протокол обмена информацией между отдельными компонентами социальной образовательной сети, предполагающий взаимодействие базовой площадки и внешних по отношению к ней образовательных ресурсов как модулей социальной образовательной сети. Раскрываются особенности реализации данного протокола на образовательной платформе, основанной на системе управления сайтами WordPress. Описываются технические решения интеграции ресурсов, передачи данных о составе образовательных сообществ, а также о полученных результатах учебной деятельности через метазаписи пользователей и сайты социальной образовательной сети. Приводятся данные экспериментальной реализации данного протокола и соответствующих программных компонентов на образовательном портале Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, образовательная платформа, социальная образовательная сеть, модульный подход, протокол

IMPLEMENTATION OF A MODULAR APPROACH TO PLANNING THE INSTRUMENTAL RESOURCES OF A SOCIAL EDUCATIONAL NETWORK

Sergeev A.N.

Volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd, e-mail: alexey-sergeev@yandex.ru

The article deals with the issues of the implementation of a modular approach to planning the instrumental resources of a social educational network. It specifies the general structure of a social educational network, features of the implementation of its core and additional components. The types, purpose and features of information transfer between the core and the components of a social educational network as autonomous modules of the educational platform are under consideration (information for user authorization, about the changes in the content of sections, the relation of the elements of educational resources, the participants of communities of students and teachers, the results of educational activities). The article describes the internal protocol of the information exchange between the components of a social educational network, which involves interaction between the base platform and external educational resources as the modules of a social educational network. It reveals the features of implementing this protocol on an educational platform based on the WordPress site management system. It presents the technical solutions for integrating the resources, transmitting the data about the participants of educational communities, as well as the results of the educational activities obtained through users' meta-records and social educational networked sites. It also presents the data on the experimental implementation of the protocol and the corresponding software components on the educational portal of the Volgograd State Socio-Pedagogical University.

Keywords: digital educational environment, educational platform, social educational network, modular approach, protocol

Цифровая образовательная среда понимается как открытая совокупность информационных систем, предназначенных для обеспечения различных задач образовательного процесса [1]. Формирование и успешное развитие такой среды во многом определяются принципом модульности, предполагающим возможности включения в существующую цифровую среду новых ресурсов и инструментов, а также вывода устаревших, их замены более современными. Принцип модульности, однако, требует жесткой стандартизации протоколов обмена данными между различными информационными системами как компонентами цифровой образовательной среды. Такая среда, разработанная с учетом принципа модульности и наличия внутренних протоколов, в полной мере может рассматриваться как платформа и открытая экосистема, позволяющая сторонним разработчикам создавать собственные продукты как часть существующей цифровой инфраструктуры.

Описанные выше требования в полной мере можно отнести к платформе социальной образовательной сети, являющейся основой деятельности сетевых образова-

тельных сообществ [2]. Такая платформа обеспечивает создание цифровой образовательной среды, где учащиеся и педагоги, работая в группах, могут решать различные задачи образовательного процесса – работать с учебными материалами, вести их обсуждение, ставить и выполнять учебные задания, проходить контроль знаний и др. Каждая такая задача требует своих специфических инструментов, реализованных в социальной образовательной сети.

Возможно ли создание единых правил модульного построения образовательной платформы, основанной на принципах построения социальной образовательной сети? Какая внутренняя информация и по каким протоколам должна передаваться между отдельными компонентам данной платформы как модулями цифровой образовательной среды?

Целями проведенного нами исследования стали изучение возможностей реализации модульного подхода к планированию инструментальных ресурсов социальной образовательной сети на основе единого внутреннего протокола обмена информацией между отдельными компонентами образовательной платформы, а также разработка и практическая апробация указанного подхода.

Материалы и методы исследования

Социальная образовательная сеть – это платформа, основанная на базовых принципах построения платформ социальных сетей и включающая в качестве своих компонентов автономные сайты, а также инструментальные ресурсы для решения конкретных образовательных задач [3]. Общая структура социальной образовательной сети, таким образом, может выглядеть так, как представлено на рис. 1.

В центре общей структуры располагается ядро социальной образовательной сети (блок «Социальная сеть»). Данный компонент обеспечивает реализацию базового функционала социальных сетей:

1) регистрацию пользователей и создание собственных страниц;

2) установление дружеских связей с другими пользователями социальной сети;

3) личную переписку между пользователями;

4) создание групп и участие в них;

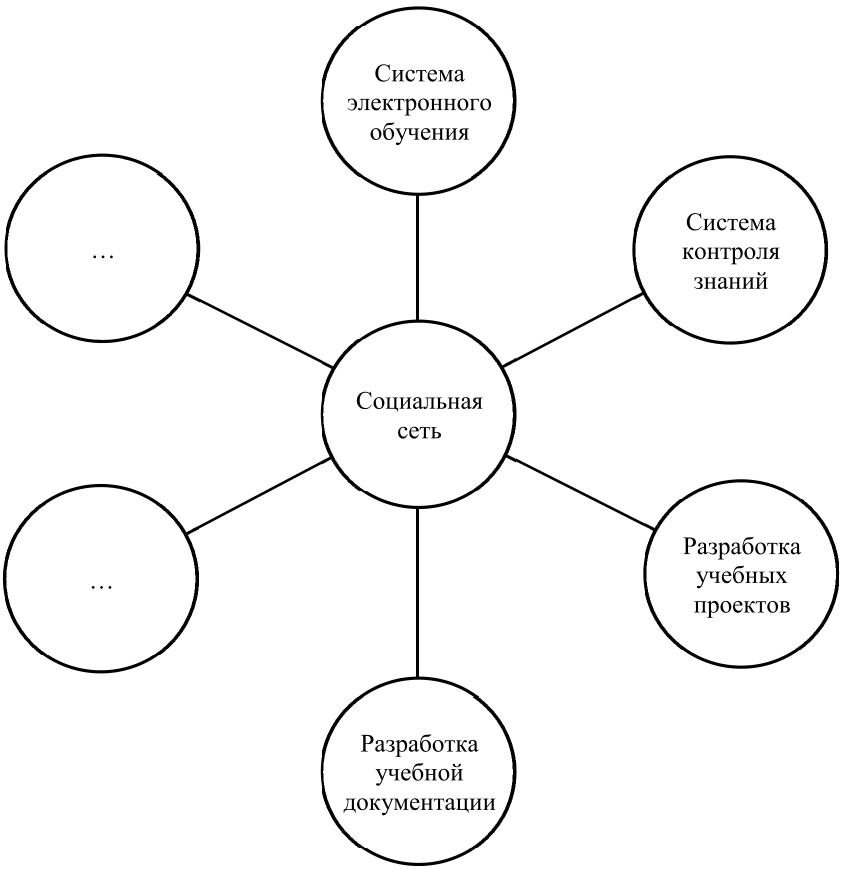


Рис. 1. Общая структура социальной образовательной сети

5) публикацию и перепост статусов на личных страницах и в группах;

6) формирование собственных лент активности на основе информации, полученной от друзей или опубликованной в группах;

7) организацию обратной связи через опубликованную информацию (комментарии, лайки, просмотры).

Помимо ядра, согласно схеме, в структуре социальной образовательной сети могут быть представлены дополнительные автономные сервисы образовательного назначения – цифровые инструменты, нацеленные на решение конкретных образовательных задач. Это системы электронного обучения (LMS) [4], контроля знаний [5], разработки учебных проектов [6], учебной документации [7] и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Связи компонентов платформы социальной образовательной сети с ее ядром определяются необходимостью двусторонней передачи информации между ядром и отдельными информационными системами, а также между самими информационными системами через ядро.

К типам такой информации в социальной образовательной сети можно отнести следующее:

1) информацию для авторизации пользователей в отдельных информационных системах на основе учетных записей социальной образовательной сети;

2) информацию об изменении содержательного наполнения разделов, страниц и сайтов, «интересных» тем или иным пользователям социальной сети;

3) информацию о связи отдельных элементов образовательных ресурсов, представленных в структуре разных сервисов образовательного назначения;

4) информацию о составе сообществ учащихся и педагогов, формируемых на площадках социальной образовательной сети;

5) информацию о результатах учебной деятельности – выполнении учебных заданий с использованием ресурсов образовательных сервисов.

Поясним каждый из представленных пунктов.

Так, получение доступа создаваемых автономных ресурсов к *информации для авторизации пользователей* – это естественное и необходимое решение для сквозной и бесшовной авторизации, когда пользователь, имеющий учетную запись в социальной сети, получает возможность авторизации и на других площадках всей цифровой образовательной среды. Сквозная авторизация, таким образом, лежит в основе организации работы пользователей в целом во всей социальной образовательной сети, а также связи ее компонентов при передаче других типов информации. Бесшовность авторизации при этом означает такое «поведение» всех информационных систем, когда авторизация на одном из сервисов образовательного портала приводит к авторизации и на всех остальных. Вводить логин и пароль, работая в цифровой среде, пользователю, таким образом, потребуется только один раз в любой «точке входа» в социальную образовательную сеть.

Информация об изменении содержательного наполнения разделов, страниц и сайтов – это возможность для пользователя отслеживать изменения тех ресурсов, которые ему интересны. В отношении автономных сервисов образовательного портала это могут быть новые записи на сайтах, обновления изучаемых электронных курсов, сообщения педагогов и других обучающихся в системах онлайн-обучения и др. В социальной образовательной сети формирование потоков такой информации и ее целевая доставка пользователям естественным образом реализуются через ленты активности, создаваемые на основе установленных дружеских связей и подписок на группы. В дополнение к этому компонентами лент активности пользователей могут являться записи сайтов, на которые подписан пользователь, а также сообщения, статусы, комментарии электронных курсов, изучаемых пользователем в данный момент.

Информация о связи отдельных элементов образовательных ресурсов, представленных в структуре разных сервисов образовательного назначения социальной образовательной сети, необходима для конструирования комплексных образовательных ресурсов на основе их отдельных элементов, созданных с использованием различных инструментальных служб. Например, при создании онлайн-курса в его структуре можно будет использовать компоненты предоставления информации, организации обсуждений, контроля знаний, разработанные на специализированных площадках социальной образовательной сети. Данный подход позволит реализовать модульный принцип разработки образовательных ресурсов в модульной социальной образовательной сети, а также создать персонифицированные траектории обучения на основе гранулированных форматов [8].

Необходимость общего учета *информации о составе сообществ учащихся и пе-*

дагогов, формируемых на площадках социальной образовательной сети, является продолжением проблемы формирования общих цифровых образовательных ресурсов на основе компонентов, созданных с использованием автономных ресурсов социальной образовательной сети. Так, например, если на площадке, предназначенной для контроля знаний, создан электронный тест и этот тест используется в электронном курсе, созданном на другой площадке, то естественным образом возникает вопрос организации доступа к этому тесту подписчикам только данного электронного курса. Это означает, что информация о составе подписчиков курса должна передаваться системе тестирования. При этом необходимо установление доверительных отношений между электронным курсом и системой тестирования, когда информация о подписчиках курса будет учитываться только при выполнении определенных условий, позволяющих достичь нужного уровня доверия такой информации для исключения несанкционированного доступа к опубликованной информации. Для этого в дополнение к информации о подписчиках электронного курса системе тестирования должна передаваться и метаинформация для определения уровня доверия.

Передача *информации о результатах учебной деятельности* между автономными информационными системами и ядром социальной образовательной сети также является следствием создания модульных электронных ресурсов на основе компонент, разработанных с использованием специализированных инструментальных служб. Формирование объективной, комплексной оценки результатов учебной деятельности представляет собой общий педагогический принцип, в полной мере относящийся и к процессу обучения в цифровой образовательной среде. Учет результатов, полученных с использованием разных цифровых образовательных средств, позволит обеспечить многомерность системы оценивания [8] в рамках целостной образовательной платформы. Автоматизация процесса учета всех оценок при этом даст возможность оперативно и наглядно отслеживать общий текущий результат как самому обучающемуся, так и педагогам. Безусловно, это позволит также снизить объем рутинной, технической работы (составление журналов, рейтингов), а также исключить ошибки в расчетах.

Как на практике может быть реализована подобная общая структура социальной образовательной сети? В качестве ответа на данный вопрос покажем опыт создания такого ресурса в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете, сделав акцент на разработанные внутренние протоколы и компоненты, обеспечивающие их работу.

Социальная образовательная сеть ВГСПУ – это портал, который используется обучающимися и педагогами для совместной работы в процессе решения образовательных задач (при реализации дисциплин и практик, электронных курсов, разработке учебных проектов со школьниками и студентами, контроле знаний, дистанционной поддержке обучающихся и др.). На портале реализованы функционал самой платформы социальной сети, а также автономные ресурсы образовательного назначения – портал электронного обучения (сайт «Курсы»), система оценки компетенций студентов вуза (сайт «Quiz Master»), площадка разработки учебных проектов (сайт «Проекты»), система разработки учебной документации (сайт «Matrix») и др. [3]. Всего в структуре портала представлено 8 подобных инструментальных площадок и более 50 сайтов структурных подразделений университета и конкретных проектов.

Данный портал создан на известной системе управления сайтами WorePress, работающей в режиме WordPress Multisite. Функционал социальной сети реализуется на основе плагина BuddyPress, а также двух разработанных нами плагинов WP Customizer и BP Customizer, расширяющих этот функционал.

Сквозная и бесшовная авторизация является стандартной возможностью данной системы управления сайтами. В ядро системы также заложена возможность передачи информации об изменении содержательного наполнения разделов, страниц и сайтов – данные изменения отражаются в лентах активности на страницах пользователей. Небольшая доработка функционала в данной части потребовалась лишь в отношении организации удобной подписки пользователей на сайты, а также публикации записей лент активности электронных курсов. Этот функционал в числе прочего реализуется при помощи упомянутых нами выше плагинов.

Передача и учет информации о связи отдельных элементов образовательных ресурсов потребовали создания дополнительного общего хранилища метаинформации всего портала, а также разработки соответствующего внутреннего протокола. Общее хранилище метаинформации – это таблица базы данных, которая содержит следующие поля:

1) идентификатор сайта;
2) идентификатор записи;
3) идентификатор метаполя;
4) значение метаполя.

Таким образом, в рамках всего портала возможно создавать и получать доступ к любым метазаписям любой записи любого сайта. Это создает потенциальную возможность обмена информацией между автономными сайтами всего портала. Данный функционал реализован при помощи созданного нами плагина WP Global Postmeta, который обеспечивает создание общего хранилища, а также выполнение базовых для него операций получения, добавления, обновления и удаления метазаписей.

На основе общего хранилища, а также с учетом возможности хранения метаинформации, ассоциированной с пользователями, реализован внутренний протокол передачи информации для установки связи между отдельными элементами образовательных ресурсов, созданных на разных сайтах общей платформы социальной образовательной сети, а также учета результатов учебной деятельности. Данный протокол предполагает передачу информации для интеграции одного ресурса в другой, обратную передачу информации о сообществе учащихся и педагогов с целью организации доступа с учетом нужного уровня доверия, а также фиксацию образовательных результатов, полученных с использованием внешних ресурсов. Схематично общая система взаимодействия компонентов социальной образовательной среды на основе описываемого протокола представлена на рис. 2.

Субъектами взаимодействия в рамках данного протокола являются две стороны.

1. Базовая площадка, в структуру которой необходимо включить внешний ресурс. Это могут быть электронный курс, страница сетевого сообщества, конструктор индивидуальной образовательной траектории или др. Здесь важно, что данная площадка должна идентифицироваться конкретной страницей какого-либо сайта социальной образовательной сети (например, главной страницей электронного курса), и с этой страницей должна быть связана информация о составе сообщества учащихся и педагогов.

2. Внешний ресурс, созданный на каком-либо сайте социальной образовательной сети и предполагаемый для использования в структуре комплексного ресурса сообщества социальной сети. Например, это могут быть какой-то конкретный электронный тест, страница с учебным заданием, страница дискуссионной площадки и др. Здесь важно, что данный ресурс имеет свое название и свой уникальный URL-адрес, а также то, что по результатам работы с этим ресурсом обучаемым предполагается выставление оценки.

Процесс установления связи между двумя такими элементами производится в следующем порядке.

1. В процессе создания, настройки и дальнейшего использования базовой площадки в хранилище метаданных пользователей формируются записи о принадлежности и статусе тех или иных пользователей сетевому сообществу, ассоциированному с данной площадкой (связь «A» на рис. 2). Доступ осуществляется по идентификатору пользователя и по ключу, содержащему в своем составе номера сайта и страницы, где сформировано сообщество (формат – group_SITEID_POSTID). Значения метазаписей содержат информацию о роли пользователя в сообществе – студент, эксперт, преподаватель, администратор (например, member:student – участник сообщества, который является обучаемым).

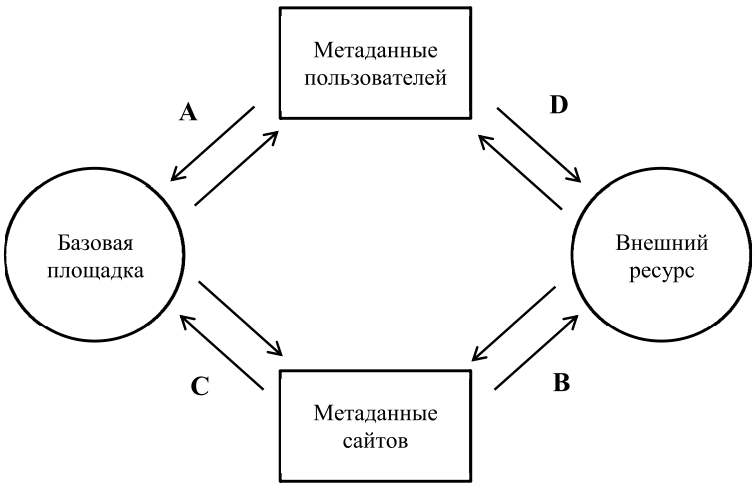


Рис. 2. Общая схема взаимодействия компонентов социальной образовательной сети

2. После разработки и в процессе публикации внешнего ресурса (теста и др.) в общем хранилище метаданных сайта создается запись, ассоциированная с идентификаторами сайта и страницы внешнего ресурса (связь «B» на рис. 2). Данная запись содержит информацию, необходимую для получения доступа к внешнему ресурсу из других мест образовательного портала. В частности, запись содержит значения:

– url – общедоступный адрес внешнего ресурса (обязательное поле);

– name – наименование внешнего ресурса;

– excerpt – краткое описание внешнего ресурса;

– rating_max – максимально возможный балл;

– rating_success – порог положительной оценки;

– start_time – время, когда открывается доступ к внешнему ресурсу;

– duration – продолжительность работы с внешним ресурсом.

Допускается только одна подобная метазапись для каждого разрабатываемого ресурса.

3. Интеграция внешнего ресурса в качестве элемента базовой площадки осуществляется путем размещения кода этого ресурса, содержащего указание идентификаторов нужного сайта и страницы (например, e:53:2741). На основании этих значений через обращение к общему хранилищу метаинформации (связь «C» на рис. 2) на базовой площадке публикуются ссылка, описание и другая информация внешнего ресурса, обеспечивающая с ним работу. Одновременно с этим в общем хранилище метаинформации создается запись, «сообщающая» внешнему ресурсу информацию о сообществе, которому требуется предоставить доступ. Эта запись ассоциируется с идентификаторами внешнего ресурса, содержит идентификаторы сообщества, а также идентификатор пользователя, который сделал данное «назначение» (формат записи – SITEID:POSTID:USERID:PAGEID). Данная информация принимается во внимание лишь в том случае, если соответствующее назначение сделал пользователь, имеющий административные права по отношению к ресурсу внешней страницы, что позволяет установить нужный уровень доверия (сторонний пользователь, не являющийся администратором внешнего ресурса, не может открыть доступ к этому ресурсу для других пользователей). Список пользователей, относящихся к сообществу, формируется на основе метаинформации пользователей по ключу, сформированному на основе идентификаторов сообщества.

4. Результаты учебной деятельности, полученные с использованием внешнего ресурса, фиксируются в виде метазаписи, ассоциированной с пользователем (связь «D» на рис. 2). Ключ такой записи содержит идентификатор сайта и страницы, на которой выставлена оценка (например, rating_SITEID_POSTID), а сама информация об оценке включает следующие поля:

– rating – оценка (обязательное поле);

– status – зачтено выполненное задание или нет;

– master – преподаватель, выставивший оценку;

– timestamp – время выставления оценки;

– url – адрес страницы с выполненным заданием.

Данная информация о полученных оценках учитывается на базовой площадке в том случае, если она в качестве своих элементов содержит соответствующие внешние ресурсы.

Описанный выше протокол в экспериментальном порядке был реализован нами на образовательном портале Волгоградского государственного социально-педагогического университета. В качестве базовой площадки выступил сайт, являющийся площадкой электронного обучения, а разработка внешних ресурсов была реализована в системе тестирования, а также на дискуссионной площадке, позволяющей проводить обсуждения различных вопросов.

В течение апреля и мая 2020 г. пользователями портала было разработано 184 электронных ресурса (электронных тестов и площадок для обсуждений), которые в 60 случаях использовались в качестве компонентов существующих электронных курсов. Работу с этими ресурсами осуществляли 6420 пользователей, выполнивших предложенные задания 4295 раз. В 943 случаях полученные на внешних ресурсах результаты на основании описанного протокола были учтены в рейтинговых таблицах электронных курсов. Данные результаты учитывались в общем рейтинге вместе с баллами, полученными непосредственно на площадке электронного обучения.

Проведенный эксперимент показал, что достоинствами реализованного подхода являются простота и удобство разработки образовательных ресурсов с использованием специализированных платформ, а не непосредственно в структуре электронных курсов. При этом установка связи разработанного ресурса с существующим электронным курсом требует от разработчика лишь одного действия – указания кода внешней стра-

ницы (п. 2). Все остальное (установка связи, организация доступа, учет оценки) производится в автоматическом режиме.

Реализованный протокол позволяет вести разработку новых ресурсов образовательного портала, предполагающих выполнение заданий и выставление оценки. Возможно также создание и новых ресурсов, способных выступать базовой площадкой, с сохранением возможностей использования уже созданных внешних образовательных ресурсов. Такая ситуация означает, что в целом платформа образовательного портала, основанная на подобной модульной основе, может последовательно развиваться, когда в ее структуре будут создаваться новые сервисы образовательного назначения, а также заменяться устаревшие.

Заключение

Проведенное исследование показало, что социальная образовательная сеть может служить основой модульной образовательной платформы, связи компонентов которой реализованы на основе единого внутреннего протокола. Данный протокол и такая платформа успешно реализуются на основе системы управления сайтами WordPress. В ходе исследования нами был разработан протокол и созданы все необходимые программные компоненты для обеспечения его работы. Разработанные программные модули опубликованы на основе свободной лицензии и могут использоваться в других проектах создания модульных платформ социальных образовательных сетей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14064 «Теоретико-методологические основы и технологическое обеспечение реализации образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся школ».

Список литературы

1. Кушнир М. Как построить цифровую образовательную среду // Edutainme. 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://www.edutainme.ru/post/manifesto-upd/ (дата обращения: 20.09.2020).

2. Пономарева Ю.С. Социальные сети и обучение: особенности взаимодействия учащихся и сопровождения учебной деятельности в информационной среде // Грани познания. 2017. № 2 (49). С. 63–66.

3. Сергеев А.Н. Социальная сеть как образовательный портал вуза: реализация в образовательной практике теории обучения в сообществах Интернета // Образование и общество. 2018. № 3–4 (110–111). С. 72–75.

4. Ковальчук С.С., Гаркуша Н.А., Медянкина Е.Н., Мухина Ю.Н. Онлайн-обучение: из опыта зарубежных и российских вузов // Высшее образование сегодня. 2020. № 1. С. 31–37.

5. Байкина Е.А., Чандра М.Ю. Стратегии оценивания компетенций студентов в процессе освоения образовательной программы вуза // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2018. № 7 (130). С. 10–15.

6. Пономарева Ю.С. Анализ использования студентами социальной образовательной сети университета при разработке материалов учебных проектов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=22452 (дата обращения: 16.09.2020).

7. Сергеев А.Н., Чандра М.Ю. Методологические основания проектирования образовательных программ в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза // Образовательное пространство в информационную эпоху: материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 573–588.

8. Манифест о цифровой образовательной среде // Edutainme. 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://manifesto.edutainme.ru/ (дата обращения: 20.09.2020).

УДК 51-7:544.16

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ПОСТРОЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ, СВЯЗЫВАЮЩИХ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Скворцова М.И., Соломонова Е.В., Ратнов А.Г.

ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова), Москва, e-mail: skvorivan@mail.ru

В статье предложен ряд общих, алгоритмических методов построения нелинейных математических моделей связи «структура-свойство» для химических соединений, структура которых может быть описана в терминах меченых графов, а свойство (физико-химическое или биологическая активность) измеряется количественно. Построение вышеуказанных моделей основано на статистическом анализе некоторого множества химических соединений определенного класса с известными значениями рассматриваемого свойства. Получаемые модели имеют вид корреляционных уравнений. В качестве молекулярных дескрипторов в этих моделях используются числа вхождения в молекулярный граф специальных подграфов. Предложено обоснование выбора именно таких дескрипторов, связанное с некоторыми результатами спектральной теории графов. Применение предложенных методов продемонстрировано на ряде примеров, где в качестве «свойства» рассматриваются разные виды биологической активности некоторых классов химических соединений. Из этих примеров следует, что разработанные подходы достаточно эффективны, и по крайней мере в рассмотренных случаях они превосходят некоторые другие подходы, основанные на определенных физико-химических теориях и реализованные для тех же данных. Модели связи «структура-свойство», построенные на основе вышеописанных подходов, обладающие достаточно высоким качеством, могут быть использованы для расчета свойств химических соединений, для которых отсутствуют экспериментальные данные.

Ключевые слова: молекулярный граф, инварианты графа, подграфы графа, спектральная теория графов, молекулярный дескриптор, корреляции «структура-свойство», QSAR/QSPR

ON SOME METHODS OF CONSTRUCTION OF NONLINEAR EQUATIONS, CONNECTING THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS

Skvortsova M.I., Solomonova E.V., Ratnov A.G.

MIREA – Russian Technological University (M.V. Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies), Moscow, e-mail: skvorivan@mail.ru

In the article a number of general, algorithmic methods for constructing the nonlinear mathematical models of relation «structure-property» of chemical compounds is suggested. It is supposed that the structure of these compounds may be described in terms of labeled graphs, and their property (physical-chemical or biological activity) is quantitanively measured. A construction of aforementioned models based on statistical analysis of some sets of chemical structures of definite classes with known values of property under consideration. The obtained models have forms of correlation equations. As molecular descriptors in these models the occurrence numbers of some special subgraphs into a given molecular graph are used. An explanation of selection of such descriptors, based on some results spectral graph theory, are suggested. The application of suggested methods is demonstrated on a number of examples, in which as «the property» different kinds of biological activity of some classes of chemicals are considered. It is follows from these examples, that elaborated approaches are sufficiently effective, and in considered cases they are exceed some other approaches based on a number of physico-chemical theories and applied to the same data. The structure-property models obtained by described above approach, having high quality, can be used for calculation the properties of chemicals, for which experimental data are absent.

Keywords: molecular graph, graph invariants, subgraphs of graph, spectral graph theory, molecular descriptor, structure-property relationships, QSAR/QSPR

Одной из важных задач математической и компьютерной химии является задача поиска количественных соотношений между структурой и свойствами химических соединений. Для математических моделей связи «структура-свойство» такого вида в литературе часто используется аббревиатура QSPR/QSAR (Quantitative Structure-Property/Activity Relationships), зависящая от того, какое свойство соединений рассматривается – физико-химическое или какая-либо биологическая активность [1–3]. Моделирование такого вида является очень популярным в различных областях химии (в частности, в медицинской и фармацевтической химии, в химии полимеров, в компьютерном дизайне лекарств и т.д.) [4–6]. Найденные количественные соотношения между структурой и свойствами соединений позволяют осуществлять прогноз свойств веществ (как реально существующих, так и гипотетических) по их структуре при помощи соответствующих расчетов, что может быть использовано для целенаправленного поиска соединений с заданным набором свойств. Следует отметить, что к настоящему времени синтезировано огромное количество химических веществ (примерно

140 миллионов). Однако экспериментальное определение их различных свойств с целью поиска соединений с нужными свойствами является во многих случаях весьма затруднительным с технической точки зрения и, кроме того, требует существенных финансовых и временных затрат. В связи с этим разработка и тестирование различных математических методов моделирования связи между структурой и свойствами химических соединений является актуальной задачей [7–9].

Любое исследование в области построения и исследования QSPR/QSAR-моделей начинается с выбора способа построения математической модели молекулы. Наиболее часто структуру молекулы описывают при помощи меченого или взвешенного графа. Обычно вершины и ребра таких графов соответствуют атомам и химическим связям в молекуле, однако вершины графа могут соответствовать и целым структурным фрагментам молекулы. Символьные метки, приписанные вершинам (и / или ребрам) такого графа, позволяют на качественном уровне различать атомы (связи) различной химической природы. Приписывая вершинам и ребрам графа числовые веса, можно заложить в такую графовую модель молекулы количественную информацию о каких-либо физико-химических характеристиках соответствующих атомов и связей. Подчеркнем, что классическая структурная формула молекулы – это пример вышеописанного графа с символьными метками вершин и основа для построения других вариантов молекулярных графов [10; 11]. Таким образом, на данном этапе исследований возникает проблема выбора способа представления химической структуры в виде графа.

Для количественного описания структуры молекулярного графа могут быть использованы какие-либо его числовые инварианты (т.е. числа, определяемые по графу по какому-либо общему алгоритму, не зависящие от способа нумерации его вершин). Примерами инвариантов являются определитель матрицы графа (для графов с числовыми весами), число определенных структурных фрагментов (их можно вычислять как для графов с символьными метками, так и с числовым весами) и т.д. Инварианты молекулярных графов широко используются в моделях связи «структура-свойство» как количественные молекулярные дескрипторы. Отметим, что в теоретической и математической химии инварианты графов обычно называют топологическими индексами [10; 11]. Молекулярные дескрипторы такого типа удобны тем, что они могут быть найдены непосредственно по структуре молекулы, в отличие, например, от дескрипторов, равных значениям каких-либо физико-химических свойств соответствующих молекул. Однако инвариантов графов существует бесконечно много, и, следовательно, на этом этапе исследований возникает проблема выбора подходящего набора инвариантов для описания структуры графа.

Итак, пусть некоторое свойство химических соединений (физико-химическое или биологическая активность) может быть измерено количественно. Пусть известны значения $y_1,\ldots,y_N$ этого свойства для некоторых N химических соединений, представленных структурными формулами. Предположим, что эти соединения каким-то образом представлены в виде молекулярных графов и выбран набор инвариантов $x_1,\ldots,x_n$ этих графов, характеризующих структуру соответствующих молекул. Тогда модель связи «структура-свойство», построенная по исходным данным, представляет собой приближенное уравнение вида $y = F(x_1,\ldots,x_n)$, связывающее значения параметров $x_1,\ldots,x_n$ величину y изучаемого свойства при помощи некоторой функции F. Эта функция подбирается так, чтобы данное уравнение было бы как можно более точным на исходном наборе химических соединений (часто называемом обучающей выборкой соединений). На этом этапе исследований возникает проблема выбора подходящей функции F. Наиболее часто в качестве функции F используется линейная функция; при этом коэффициенты в ней подбираются по обучающей выборке при помощи стандартного метода наименьших квадратов.

Качество построенной модели можно оценивать разными способами [8]. Например, при помощи полученного уравнения можно рассчитать значения свойств соединений исходной выборки, а также некоторой тестовой выборки соединений, которая не использовалась в построении модели, и затем оценить точность этих расчетов. Для характеристики этой точности, как правило, используются такие статистические параметры регрессионного уравнения, как коэффициент корреляции R и среднеквадратичное отклонение s (возможно использование и других параметров, например величины средней относительной ошибки в процентах, и т.д.). Если тестовая выборка отсутствует, то для оценки качества модели к исходной выборке можно применить так называемую процедуру cross-validation. Согласно этой процедуре из исходного множества соединений выбрасывается одно соединение, затем для оставшихся N-1 соединений строится модель на основе ранее выбранных параметров. Далее осуществля-

ется прогноз свойства исключенного соединения. Эта процедура повторяется для всех соединений исходной выборки. Затем строится корреляция между экспериментальными и расчетными значениями свойств всех соединений, для которой определяются коэффициент корреляции R_{cv} и среднеквадратичное отклонение s_{cv}.

При вышеуказанном моделировании возникает вопрос об оптимальном выборе числа параметров n при фиксированном объеме исходной выборки N (или о соотношении N:n). Эта проблема связана с тем, что практически всегда можно построить корреляцию с $R = 1$, используя в уравнении ровно N параметров. Однако прогнозирующая способность такой модели для соединений тестовой выборки будет невысока. В настоящее время нет никаких теоретически обоснованных правил выбора соотношения N:n, имеются лишь некоторые общие рекомендации в этой области, основанные на собственном практическом опыте ряда исследователей (см., например, [8]). Однако, как отмечается в [8], в любом случае при построении модели надо стремиться к тому, чтобы соотношение N:n было бы как можно больше, так как это, как правило, ведет к расширению области применимости модели.

Цель исследования – разработка, описание и тестирование ряда общих методов поиска QSPR/QSAR-моделей в рамках статистического подхода к математическому моделированию связи между строением и свойствами химических соединений. При этом предполагается, что некоторый способ представления химических структур в виде графов уже выбран. Специфика предлагаемых методов заключается в определенном выборе молекулярных дескрипторов, а также в методике поиска аппроксимирующей функции *в* искомом уравнении связи «структура-свойство».

Методы построения QSPR/QSAR-моделей

Предположим, что уже выбран некоторый способ представления химических структур в виде меченых (или взвешенных) графов. Обсудим вопрос выбора инвариантов $x_1,\ldots,x_n$ построенных молекулярных графов, которые далее предполагается использовать в качестве дескрипторов молекулярных структур в искомых уравнениях связи «структура-свойство». Пусть p – это максимальное число вершин в молекулярных графах заданного набора. Рассмотрим подграфы этих графов следующего вида: они имеют m вершин ($1 \le m \le p$) и состоят из объединения следующих изолированных фрагментов: изолированных вершин, цепочек длины один (т.е. ребер), циклов, цепочек длины большей, чем два. При построении этих подграфов учитываются метки вершин и ребер. Выбор именно таких подграфов связан с тем, что по подграфам такой структуры однозначно восстанавливаются собственные числа и собственные векторы взвешенного графа, а по ним – матрица графа, т.е. сам граф [12]. Таким образом, набор подграфов вышеуказанного вида несет в себе довольно большую информацию о структуре графа. Будем использовать в качестве молекулярных дескрипторов инварианты, равные числам вхождения в граф таких подграфов. Заметим, что для решения поставленной задачи можно использовать не все возможные подграфы такого вида, а какую-либо небольшую их часть.

Рассмотрим теперь вопрос о выборе функции F. Ее подбирать можно разными способами.

Далее представлены 2 возможных способа такого построения.

Метод 1. Выберем некоторые k инвариантов из множества всех базовых инвариантов (рассматриваемых в данной задаче), которые дают наилучшую линейную k-параметрическую модель (k – фиксированное число, $k < N$, где N – общее число соединений в обучающем множестве). Для этой цели можно использовать, например, хорошо известный метод пошаговой линейной регрессии. Будем улучшать эту модель, при условии, что новая модель, являющаяся линейной относительно некоторых новых параметров, тоже содержит k параметров. На основе выбранных инвариантов построим новые инварианты, равные их всевозможным попарным произведениям и квадратам. Рассмотрим множество, состоящее из исходных k инвариантов и новых $0.5(k^2 + k)$ инвариантов. Выберем теперь из этого множества k инвариантов, дающих наилучшую линейную модель связи «структура-свойство». Как правило, получаемая модель оказывается точнее предыдущей. К отобранному набору k инвариантов опять применим описанную выше процедуру, стремясь получить более точную модель, и т.д. Этот процесс заканчиваем, когда его очередной шаг не приводит к улучшению модели или уже получена требуемая точность модели. Процесс можно закончить и тогда, когда получена модель той же точности, что и исходная, но с меньшим числом параметров. Таким образом, в данном подходе аппроксимирующая функция F представляет собой многочлен от нескольких переменных (при этом число переменных может оказаться меньше k).

Метод 2. Предположим, что для построения модели из некоторого заданного множества базовых инвариантов мы отбираем наилучшие k параметров (k-фиксированное число), используя метод пошаговой линейной регрессии, последовательно добавляя в уравнение регрессии параметры по одному. Проведем следующую процедуру построения новой модели, состоящую из k последовательных шагов, используя уже отобранные k параметров. Предположим, что на i-м шаге процедуры методом пошаговой линейной регрессии из данного множества параметров выбран некоторый, наилучший параметр x ($i = 1,\ldots,k$). Затем мы последовательно проверяем, не будет ли параметр x^t при некотором $t = 2,3,\ldots$ лучше, чем параметр x^{t-1}. После того как найдено такое максимальное значение t, мы аналогичным образом тестируем параметры x^t при $t = 1/2,1/4, 1/8\ldots$ и затем выбираем среди всех вариантов наилучший. При этом можно рассматривать и некоторые промежуточные значения показателя степени t. Новый параметр x^t включаем в уравнение регрессии вместо x. Далее выбираем наилучший из оставшихся базовых параметров и выполняем с ним аналогичные действия. Процедура заканчивается, когда полученная модель будет содержать k параметров.

Отметим, что при построении модели возможна и комбинация этих двух подходов, описанных выше. Для некоторого промежуточного набора параметров на одном этапе для улучшения модели можно использовать метод 1, а на другом – метод 2.

Некоторые примеры приложения предложенных методов

Для реализации и исследования эффективности описанных выше методов конструирования QSPR/QSAR-моделей были использованы некоторые данные по структурам и свойствам (биологической активности разных видов) химических соединений. В ряде случаев было проведено сравнение результатов, полученных предлагаемыми методами и некоторыми другими известными методами, примененными к тем же самым данным. Далее будем обозначать через N число химических структур, используемых для построения модели связи «структура-свойство» (МССС). Пусть R и s – коэффициент корреляции и среднеквадратичное отклонение для линейной регрессии, соответственно, R_{cv} и s_{cv} аналогичные параметры, полученные в так называемой процедуре кросс-валидейшн (cross-validation), используемой для проверки стабильности модели.

Пример 1. Хорошо известно, что галогензамещенные углеводороды (содержащие атомы F, Cl) имеют наркотическую активность. Типичный представитель соединений этого класса – это хлороформ ($CHCl_3$) [13]. Рассмотрим следующее множество $N = 15$ соединений, которые являются галогензамещенными метана и этана:

1) $CHFClCHFCl$; 2) $CFCl_2CHFCl$; 3) $CHCl_3$; 4) $CF_2ClCHCl_2$; 5) $CFCl_2CH_2Cl$; 6) CH_2Cl_2; 7) CHF_2CH_2Cl; 8) CF_3CHCl_2; 9) $CF_2ClCHFCl$; 10) $CHFCl_2$; 11) $CFCl_2CH_3$; 12) CF_3CHClF; 13) CHF_2Cl; 14) CF_2ClCH_3; 15) CF_3CH_3.

Нетрудно нарисовать структурные формулы этих соединений. Пример такой структурной формулы дан на рис. 1 (она соответствует соединению 12).

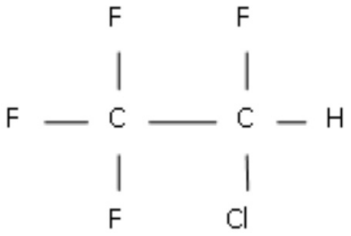


Рис. 1. Структурная формула соединения CF_3CHClF из примера 1

В [13] приведены данные о наркотической активности этих соединений (степень активности характеризуется величиной $\ln AD_{50}$, где AD_{50} – это концентрация вещества, вызывающая наркоз у 50% подопытных животных). В качестве графов, описывающих строение этих соединений, рассмотрим обычные структурные формулы этих соединений (рис. 1). Для построения МССС рассмотрим следующие фрагменты этих молекулярных графов: отдельные вершины (с учетом меток – C, H, Cl, F), цепочки длины один, два и три (при всех возможных вариантах расположения меток Cl, F, C, H на их вершинах); фрагменты, представляющие собой два изолированных ребра (при всех возможных вариантах расположения меток Cl, F, C, H на их вершинах). Общее число рассматриваемых подграфов равно 30. Рассмотрим все инварианты, равные числам вхождения этих подграфов в молекулярный граф. Далее используем метод 1 для построения корреляций «структура-свойство». Возьмем $k = 5$. Сначала были найдены 5 инвариантов g_1-g_5, которые дают наилучшую 5-параметрическую модель (с $R = 0.982$). Они соответствуют базовым фрагментам следующего вида: Cl, H─C─F, F─C─Cl, Cl─C─Cl, F─C─C─F.

Далее, были построены параметры вида g_ig_j (i, j = 1,...,5). Из всех полученных параметров вида g_i и g_ig_j снова были выбраны пять параметров, дающих наилучшую линейную 5-параметрическую МССС. В результате было получено следующее нелинейное уравнение относительно 4 параметров g_1-g_4:

$$\ln AD_{50} = 4.08 - 1.96g_1 - 0.10g_2^2 + \\ +0.65g_3 - 0.38g_1g_2 + 0.54g_4$$

$$\left(R = 0.990, s = 0.25;\ R_{cv} = 0.950, s_{cv} = 0.35\right).$$

Эта МССС более точная, чем предыдущая. Отметим, что наилучшая однопараметрическая корреляция с инвариантами из набора g_1-g_5 имеет коэффициент корреляции R = 0.857.

Сравним эти результаты с аналогичными результатами, полученными для тех же самых данных другим методом и приведенными в [13]. В этой работе приведено однопараметрическое линейное корреляционное уравнение, в котором в качестве молекулярного дескриптора выступает некоторый квантово-химический параметр; соответствующий коэффициент корреляции R = 0.606. Таким образом, предлагаемый подход позволяет построить более точную МССС (если сравнивать их по коэффициенту корреляции) даже для случая одного параметра.

Пример 2. Рассмотрим следующее множество N = 14 соединений:

1) 2,3,5-тринитротолуол; 2) 2,4,5-тринитротолуол; 3) 1,3,5-тринитротолуол;

4) 2,3,6-тринитротолуол; 5) 2,4,6-тринитротолуол; 6) 3,4,5-тринитротолуол;

7) 2,3,4-тринитротолуол; 8) 2,5-динитротолуол; 9) 1,3-динитробензол;

10) 3,5-динитротолуол; 11) 2,4-динитротолуол; 12) 3,4-динитротолуол;

13) 2,3-динитротолуол; 14) 2,6-динитротолуол.

В работе [13] приведены данные по мутагенной активности этих соединений (активность характеризуется величиной lnμ (на *Salmonella typhimurium*), где μ – число ревертантов на наномоль). Обозначим фрагменты H, NO_2, CH_3 структурных формул этих соединений буквами C, B, A; изобразим бензольное кольцо, являющееся основой всех этих соединений, простым шестичленным циклом. Тогда этим структурам можно поставить в соответствие однотипные взвешенные молекулярные графы, имеющие вид шестиугольника с метками вершин из множества A, B, C. Пример такого графа (для соединения 1) дан на рис. 2.

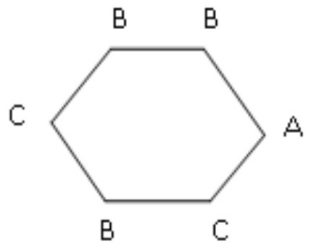


Рис. 2. Молекулярный граф соединения 1) в примере 2

Рассмотрим следующие базовые подграфы этих графов: 1) изолированные вершины с метками A, B, C; 2) цепочки длины один (т.е. ребра) следующего вида: B─B, B─C, C─C; 3) цепочки длины два следующего вида: C─C─C, B─C─C, B─C─B, B─B─C, C─B─C, B─B─B; 4) цепочки длины три следующего вида: B─B─C─C, B─B─C─B, C─B─B─C, B─B─B─C, C─C─C─B, B─C─C─B, C─B─C─C; 5) подграфы, состоящие из двух изолированных ребер: C─C / C─C, C─B / C─B, C─B / C─C, C─B / B─B, B─B / C─C.

Рассмотрим все инварианты, равные числам вхождения этих подграфов в молекулярный граф. Затем используем метод 1 для построения МССС, взяв k = 5. Были найдены 5 параметров g_1-g_5, которые дают наилучшую 5-параметрическую линейную МССС (R = 0.970, s = 0.648); эти параметры соответствуют следующим фрагментам: B, B─B/C─C, B─B─C, A, C. Затем на основе выбранных инвариантов g_1-g_5 были построены новые параметры вида g_ig_j, $(g_ig_j)^2$ (i,j = 1,...,5). Из полученного множества параметров снова были отобраны 5 параметров, дающих наилучшую 5-параметрическую МССС. В итоге было получено следующее нелинейное уравнение (относительно g_1-g_5), являющееся более точным, чем предыдущее:

$$y = -3.26 + 3.27g_1 - 0.21\left(g_2g_3\right)^2 + \\ +0.05\left(g_1g_3\right)^2 - 2.56g_4 - 0.55g_1g_5$$

$$\left(R = 0.984, s = 0.466;\ R_{cv} = 0.979, s_{cv} = 0.5\right).$$

Сравним эти результаты с аналогичными результатами для тех же самых данных, полученных другими авторами, представленными в [13]. В [13] сообщается о линейной корреляции между lnμ и энергией нижней свободной молекулярной орбитали (LUMO), которая находится квантово-химическими методами. Эта корреляция имеет R = 0.940. В нашем случае наилучшая

однопараметрическая корреляция имеет $R = 0.914$, а для наилучшей двухпараметрической корреляции $R = 0.940$.

Пример 3. Рассмотрим следующее множество $N = 17$ хлорзамещенных анилинов с известными значениями токсичности $\log EC_{50}^{-1}$ (EC_{50} – это концентрация вещества, измеряемая в миллимолях на литр, вызывающая уменьшение люминесценции морских бактерий (*Photobacterium phosphoreum*) в 2 раза в течение 30 минут [14]: анилин, пентахлораналин, *m*-хлоранилин (при $m = 2,3,4$), *m*,*k*-дихлоранилин (при $m,k = 2,3$; 2,4; 2,5; 2,6; 3,4; 3,5), *m*,*n*,*k*-трихлоранилин (при $m,n,k = 2,3,4$; 2,4,5; 2,4,6; 3,4,5), *m*,*n*,*k*,*p*-тетрахлоранилин (при $m,n,k,p = 2,3,4,5$; 2,3,5,6). Обозначим фрагменты NH_2, Cl, H, структурных формул этих соединений буквами A, B, C; изобразим бензольное кольцо, являющееся основой всех этих соединений, простым шестичленным циклом. Тогда этим структурам можно поставить в соответствие однотипные взвешенные молекулярные графы, имеющие вид шестиугольника с метками вершин из множества A, B, C. Пример такого графа (для 3-хлоранилина) дан на рис. 3.

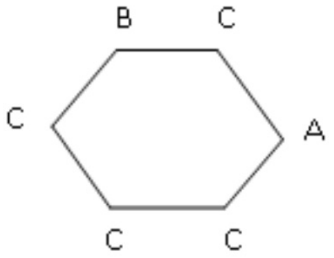


Рис. 3. Молекулярный граф 3-хлоранилина из примера 3

Рассмотрим следующие базовые подграфы этих графов: 1) изолированные вершины с меткой B; 2) цепочки длины один и два со всеми возможными расположениями меток A, B, C на их вершинах; 3) цепочки длины три со всеми возможными комбинациями меток B и C в их вершинах; 4) подграфы, состоящие из двух изолированных ребер со всеми возможными комбинациями меток B и C на их вершинах.

Рассмотрим все инварианты, равные числам вхождения этих подграфов в молекулярный граф. Затем используем метод 2 для построения МССС (рассматривая степени инвариантов только с целыми показателями и взяв $k = 6$). В соответствующей процедуре первоначально были выбраны 6 инвариантов g_1-g_6, которые дают наилучшую 6-параметрическую линейную МССС. Эти инварианты соответствуют следующим подграфам: C─C─C, C─B─C, B─B / B─B, C─B / B─B, B─B─B─C, B─B─B─B. Далее была получена следующая нелинейная МССС (относительно 6 параметров g_1-g_6):

$$y = 2.15 - 0.23g_1^2 - 0.50g_2 +$$
$$+0.002g_3^6 - 0.02g_4^3 - 0.05g_5^3 + 0.27g_6$$

$$\left(R = 0.981, s = 0.14;\ R_{cv} = 0.979, s_{cv} = 0.18\right).$$

Отметим, что добавление к этому множеству 6 исходных параметров новых инвариантов вида g_ig_j ($i,j = 1,\ldots,6$) не позволяет увеличить точность МССС. Сравним этот результат с аналогичным результатом для тех же данных, полученным другими авторами в [14]. В этой работе для построения моделей был использован хорошо известный метод TLSER (Theoretical Linear Solvation Energy Relationship). Согласно этому подходу, рассматриваемое свойство есть линейная функция 6 молекулярных параметров; один из них – ван-дер–ваальсов молекулярный объем *V*, а другие 5 параметров – некоторые квантово-химические величины, найденные для данных соединений. В этой работе установлено, что из этих 6 параметров только один параметр квантово-химического типа является существенным, и для соответствующей корреляции $R = 0.658$, $s = 0.45$. Кроме того, если исключить из данного множества соединений «выпадающее» соединение 17), то коэффициент корреляции увеличится и станет равным $R = 0.833$. Однако в нашем подходе нет необходимости исключать какое-либо соединение из заданного множества, так как полученная МССС достаточно точна для полного множества соединений. Если мы тем не менее исключим это соединение из исходной выборки и построим новую МССС, то ее качество практически останется тем же: $R = 0.981$, $s = 0.15$. Отметим также, что наилучшая линейная однопараметрическая МССС, получаемая на основе нашего подхода, имеет $R = 0.772$, а 5-параметрическая МССС – $R = 0.975$.

Пример 4. Рассмотрим следующее множество 5-(диалкилвинил)-5-алкилбарбитуровых кислот, состоящее из $N = 14$ соединений (рис. 4; R_1 – диалкилвинил, R_2 – алкилвинил), для которых заместители R_1 и R_2 имеют следующий вид, соответственно [15]:

1) EtCH=C(Me)- , Me; 2) EtCH=C(Me)- , Et; 3) EtCH=C(Me)- , Pr; 4) EtCH=C(Me)- , i-Pr; 5) MeCH=C(Et)- , Et; 6) MeCH=C(Et)- , Et; 7) MeCH=C(Et)- , Pr; 8) MeCH=C(Et)- , i-Pr; 9) PrCH=C(Me)- , Me; 10) PrCH=C(Me)- , Et;

11) i-PrCH=C(Me)-,Me;12) BuCH=C(Me)-,Me; 13) BuCH=C(Me)- , Et; 14) EtCH=C(Pr)- , Et.

Здесь использованы следующие обозначения: Me – это CH_3-, Et – это CH_3CH_2-, Pr – это $CH_3CH_2CH_2$-, i-Pr – это $CH_3CH(CH_3)$-, Bu – это $CH_3CH_2CH_2CH_2$-.

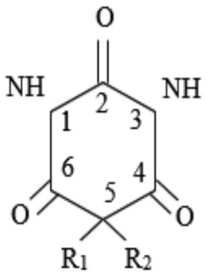


Рис. 4. Производные барбитуровой кислоты, рассматриваемые в примере 4

Для этих соединений известны значения их токсичности LD_{50} (мг/кг) при воздействии на белых мышей [15]. Построим по этим данным МССС при $k = 5$, используя предложенные выше методы. Сначала надо построить молекулярные графы этих соединений. Так как все соединения данного набора отличаются лишь заместителями R_1 и R_2, то построим графы этих соединений, состоящие только из двух изолированных подграфов, отвечающих R_1 и R_2. При этом атомы водорода учитывать не будем, а атомам углерода сопоставим вершины графа без меток, все химические связи изобразим с помощью однократных ребер (игнорируя двойные связи в R_1). При этом атом углерода с номером 5 (рис. 4) будет учитываться в каждом из подграфов, соответствующих R_1 и R_2. В качестве примера такого молекулярного графа на рис. 5 приведен граф соединения 4). В нем левый фрагмент соответствует R_1 (EtCH=C(Me)-), а правый – R_2 (i-Pr), самая правая вершина в левом фрагменте и самая левая во втором соответствуют атому углерода с номером 5 на рис. 4.

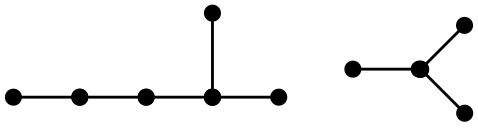


Рис. 5. Молекулярный граф соединения 4) в примере 4

Рассмотрим следующие 5 базовых подграфов этих графов, содержащих от двух до четырех вершин: цепочки длины 1, 2, 3; подграфы, состоящие из двух изолированных ребер; цепочки длины 3. Обозначим числа вхождения этих подграфов в граф через g_1-g_5 соответственно.

Используем для построения МССС сначала первый метод подбора аппроксимирующей функции F. На 1-м этапе строим линейную корреляцию с исходными параметрами g_1-g_5 следующего вида:

$$y = a_1g_1 + a_2g_2 + a_3g_3 + a_4g_4 + a_5g_5 +$$

$$+ a_6 \ (R = 0.933, s = 66.65).$$

На 2-м этапе, используя степени исходных параметров, получаем более точную корреляцию вида:

$$y = b_1g_1 + b_2(g_3g_4) + b_3(g_2g_5) + b_4g_4 + b_5g_3 +$$

$$+ b_6 \ (R = 0.948, s = 58.87).$$

На 3-м этапе, применяя еще раз первый подход к полученному новому набору параметров, улучшаем результат 2-го этапа, получая новую МССС вида:

$$y = c_1g_1 + c_2(g_3g_4) + c_3(g_3g_4)^2 + c_4(g_1)^2 +$$

$$+ c_5(g_2g_5)^2 + c_6 \ (R = 0.954, s = 55.73).$$

Теперь построим МССС, используя второй способ подбора функции F. Получаем модель, более точную, чем последняя из описанных выше:

$$y = d_1(g_1)^{3/20} + d_2(g_3)^{1/4} + d_3(g_1)^{1/8} + d_4(g_2)^3 +$$

$$+ d_5(g_3)^{1/8} + d_6 \ (R = 0.968, s = 46.78).$$

В этих уравнениях a_1-a_6, b_1-b_6, c_1-c_6, d_1-d_6 – некоторые коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов. Однако к полученной модели (или к полученному набору параметров) можно применить первый метод построения аппроксимирующей функции. В этом случае получаем МССС с новым набором параметров $(g_1)^{3/20}$, $(g_1)^{1/8}\cdot(g_3)^{1/8}$, $(g_1)^{1/8}$, $(g_3)^{1/4}\cdot(g_2)^3$, $(g_3)^{1/4}\cdot(g_1)^{1/8}$ ($R = 0.969$, $s = 45{,}93$), которая является более точной, чем предыдущая.

Отметим также, что при помощи описанных выше процедур можно получить МССС, имеющие примерно такую же точность, как и исходная, но с меньшим числом параметров. Например, в процессе построения модели на основе второго метода при 3 параметрах получаем коэффициент корреляции $R = 0.937$, в то время как для исходной модели с 5 параметрами $R = 0.933$.

Заключение

В настоящей статье предложен ряд общих подходов для построения нелинейных моделей связи «структура-свойство» для химических соединений. В этих подходах

предполагается, что химические структуры представлены в виде меченых молекулярных графов. В качестве молекулярных дескрипторов в этих моделях используются числа вхождения в молекулярный граф специальных подграфов. Предложено обоснование выбора именно таких дескрипторов, основанное на некоторых результатах спектральной теории графов. Следует отметить, что достоинством молекулярных дескрипторов такого типа является то, что они вычисляются непосредственно по структуре молекулы и, кроме того, допускают структурную интерпретацию, в отличие, например, от топологических индексов сложной конструкции или дескрипторов, представляющих собой значения каких-либо физико-химических свойств.

В работе описаны две общие процедуры нахождения нелинейной аппроксимирующей функции в этих моделях; возможна также и комбинация этих процедур при построении модели. Получаемые модели базируются на некоторой исходной линейной регрессионной МССС, содержащей фиксированное число наилучших отобранных параметров. Предлагаемые методики, оперирующие с вышеуказанным набором параметров, позволяют получать более точные МССС, чем исходная, содержащие в точности такое же число параметров. Кроме того, можно строить и новые МССС примерно такой же точности, как и исходная линейная модель, но содержащие меньшее число параметров, что способствует расширению области применимости МССС.

Разработанные подходы имеют алгоритмический характер. Предлагаемые методы моделирования могут быть формально применены к любым базам данных по химическим соединениям и их свойствам, если эти соединения могут быть представлены графами, а свойства измеряются количественно. Применение предложенных методов продемонстрировано на ряде примеров, где в качестве «свойства» рассматриваются разные виды биологической активности. Из этих примеров следует, что предложенные подходы достаточно эффективны, и по крайней мере в рассмотренных случаях они превосходят некоторые другие подходы, основанные на определенных физико-химических теориях.

Следует также отметить, что результаты моделирования при помощи предложенных методов существенно зависят от способа представления молекулярных структур в виде графов.

Список литературы

1. Puzyn T., Leszczynski J., Cronin M.T.D. Recent Advances in QSAR Studies: Methods and Applications. N.Y.: Springer, 2010. 422 p.

2. Muhammad U., Uzairu A., Arthur D.E. Review on: quantitative structure-activity relationship (QSAR) modeling. Journal of Analytical & Fharmaceutical Research. 2018. Vol. 7. no.2. P. 240–242. DOI: 10.15406/japlr.2018.07.00232.

3. Roy K., Kar S., Das R.N. A Primer on QSAR/QSPR Modeling. Fundamental Concepts. N.Y.: Springer, 2015. 121 p.

4. Roy K. Advances in QSAR Modeling: Applications in Pharmaceutical, Chemical, Food, Agricultural and Environmental Sciences. Cham: Springer International Publishing AG, 2017. 554 p.

5. Abdel-Ilah L., Veljovic F., Gurbeta L., Badnjevic A. Applications of QSAR Study in Drug Desighn. International Journal of Engineering Research & Technology. 2017. Vol. 6. No. 06. P. 582–587.

6. Rasulev B., Casanola-Martin G. QSAR/QSPR in Polymers: Recent Developments in Property Modeling. International Journal of Quantitative Structure-Property Relationships. 2020. Vol. 5. No. 1. P. 80–88. DOI: 10.4018/ijqspr.2020010105.

7. Ghasemi F., Mehridehnavi A., Perez-Garrido A., Perez-Sanches H. Neural network and deep-learning algoritms used in QSAR studies: merits and drawbaks. Drug Discovery Today. 2018. Vol. 23. No. 10. P. 1784-1790. DOI: 10.1016/j.drudis.2018.06.016.

8. Gajewicz A. How to judge whether QSAR/read-across predictions can be trusted: a novel approach for establishing a model's applicabitility domain. Environmental Sciences: Nano. 2018. Vol. 5. No. 2. P. 408–421. DOI: 10.1039/C7EN00774D.

9. Gramatica P. Principles of QSAR Modeling: Comments and Suggestions From Personal Experience. International Journal of Quantitative Structure-Property Relationships. 2020. Vol. 5. No. 3. P. 61–97. DOI: 10.4018/IJQSPR.20200701.oa1.

10. Яковенко Ю.Ю., Скворцова М.И., Михайлова Н.А. Моделирование связи между структурой и физико-химическими свойствами органических соединений на основе оптимальных атомных параметров // Тонкие химические технологии. 2012. Т. II. № 6. С. 110–113.

11. Todeschini R., Consonni V. Handbook of Molecular Descriptors. Weinheim: Wiley-VCH, 2000. 668 p.

12. Skvortsova M.I., Stankevich I.V. Eigenvectors of weighted graphs: a supplement to Sachs' theorem. Journal of Molecular Structure: THEOCHEM. 2005. Vol. 719. No. 1. P. 213–223. DOI: 10.1016/j.theochem.2005.01.024.

13. Дьячков П.Н. Квантовохимические расчеты в изучении механизма действия и токсичности чужеродных веществ. Итоги науки и техники. Сер. Токсикология. М.: ВИНИТИ, 1990. 280 с.

14. Sixt S., Altschuh J., Bruggemann R. Quantitative structure-toxicity relationships for 80 chlorinated compounds using quantum chemical descriptors. Chemosphere. 1995. Vol. 30. No. 12. P. 2397–2414. DOI: 10.1016/0045-6535(95)00111-K.

15. Magnuson V.R., Harris D.K., Basak S.C. Topological Indices Based on Neighborhood Symmetry: Chemical and Biological Applications, in: Chemical Applications of Topology and Graph Theory; King R.B. (ed.), Amsterdam, Elsevier Science Publishing Company, 1983. P. 178–191.

УДК 662.998-404

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ

Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Чернигов В.С.
НИУ МГСУ, Москва, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com

Целью статьи является описание и систематизация основных направлений исследования теплотехнических характеристик элементов конструкций, обработанных жидкими теплоизоляционными материалами, а также основных предпосылок индустриального внедрения таких решений при строительстве, реконструкции и перепрофилировании объектов. В настоящий момент потребителю предоставляется обширный ассортимент различных теплоизоляционных материалов. Особый интерес представляет возможность использования жидкой теплоизоляции в рамках строительства новых зданий и сооружений, а также программ капитального ремонта и реновации. Данная статья посвящена ознакомлению с относительно новым строительным материалом на рынке – термокраской (жидкой теплоизоляцией). В ней рассмотрены основные характеристики продукта (состав, физико-механические показатели и т.д.); описаны особенности его производства, представлены последовательность и результаты сравнительных исследований образцов обсадных труб: без покрытия и с обработкой термокраской в качестве барьера при бетонировании и подогреве буронабивных свай на вечномерзлых грунтах (в условиях Крайнего Севера). При проведении испытаний использовались климатическая камера, позволяющая приблизить условия эксплуатации исследуемого материала к реальным, и тепловой излучатель светового типа, моделирующий тепловые излучения при гидратации бетона. Также в работе уделяется внимание условиям применимости и безопасности термокраски в сравнении с другими существующими изоляционными материалами; приводится описание рекомендуемых шагов для массового внедрения продукта в строительную отрасль с учетом проработки организационно-технологических решений, учитывающих условия использования жидкой теплоизоляции, виды и состояния обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: жидкая теплоизоляция, термокраска, теплофизические свойства материалов, коэффициент теплопроводности, строительный контроль, лабораторный контроль, испытания материалов и конструкций

LABORATORY CONTROL OF THERMOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL ELEMENTS DURING CONSTRUCTION, RECONSTRUCTION AND CONVERSION OF OBJECTS

Topchiy D.V., Yurgaitis A.Yu., Chernigov V.S.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com

The purpose of the article is to describe and systematize the main directions of research of the thermal characteristics of structural elements treated with liquid heat-insulating materials, as well as the main prerequisites for the industrial implementation of such solutions in the construction, reconstruction and re-profiling of facilities. Currently, the consumer is provided with an extensive range of various thermal insulation materials. Of particular interest is the possibility of using liquid insulation in the construction of new buildings and structures, as well as overhaul and renovation programs. This article is devoted to the introduction of a relatively new building material on the market – thermal paint (liquid insulation). It discusses the main characteristics of the product (composition, physical and mechanical properties, etc.); features of its production are described, the sequence and results of comparative studies of casing samples are presented: without coating and with thermal paint as a barrier during concreting and heating bored piles on permafrost soils (in the Far North). During the tests, a climatic chamber was used, which made it possible to bring the operating conditions of the material under investigation closer to real ones, and a light-type thermal emitter that simulates thermal radiation during concrete hydration. Also in the work attention is paid to the conditions of applicability and safety of thermal paint in comparison with other existing insulating materials; A description of the recommended steps for mass product introduction into the construction industry, taking into account the development of organizational and technological solutions, taking into account the conditions for the use of liquid insulation, types and condition of the treated surface.

Keywords: liquid thermal insulation, thermal paint, thermal properties of materials, thermal conductivity coefficient, construction control, laboratory control, testing of materials and structures

Обеспечение тепловой защиты зданий и сооружений является неотъемлемой частью программы энергосбережения в России. Гарантирование комфорта условий проживания человека, контроль потребления энергоресурсов, соблюдение экологической и пожарной безопасности – вот одни из того множества условий, предъявляемых к современным строительным проектам. В связи с этим особо актуально стоит вопрос разработки, внедрения и мониторинга новых энергоэффективных теплоизоляционных

материалов в соответствии с нормативными требованиями «СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».

Широкий спектр изоляционных изделий, представленный на современном рынке, охватывает собой волокнистые материалы (на основе стеклянного и базальтового волокна, минеральной и шлаковой ваты), жесткие виды утеплителей, теплоотражающие пленки и др. [1; 2].

Утеплители можно разделить на:

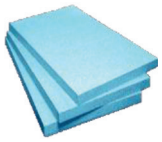
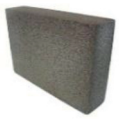
– отражающего типа. Этот вид теплоизоляции снижает расход тепла из-за уменьшения инфракрасного излучения. Материал состоит из двух слоев: основного и отражающего. Последний имеет высокий коэффициент отражающей способности (алюминиевая полированная фольга);

– предотвращающего типа. По виду исходного сырья они делятся на органические, неорганические и смешанные. Предотвращающие виды утеплителей являются основным элементом отделки конструкций дома благодаря присущему им низкому коэффициенту теплопроводности. Материалы предотвращающего типа по агрегатному состоянию при монтаже подразделяются на жидкие (пеноизол, пенополиуретан), твердые (пеностекло, пенополистирол), мягкие (мин. вата), сыпучие (керамзит, шлак) [3]. Их выбор зависит от изолируемой поверхности сооружения (зачастую мягкая теплоизоляция применяется для вертикальных конструкций, жесткая и сыпучая – для горизонтальных).

Рассмотрим основные характеристики теплоизоляционных материалов, подлежащих обязательной сертификации на территории РФ согласно нормативному акту «О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 г. № 982» (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов

Наименование теплоизоляционного материала	Минеральная вата	Экструзионный пенополистерол	Пенополи-изоцианурат (PIR) (модифицированный пенополиуретан)	Пеностекло
				
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м^2 *С)	0,038–0,047	0,03–0,034	0,021–0,025	0,04–0,065
Формы выпускаемой продукции	Плиты, маты, цилиндры, рыхлая вата	Плиты, подложки	Плиты, пена	Плиты, скорлупы, блоки, гранулы, щебень
Необходимая толщина теплоизоляционного покрытия при одинаковом показателе теплопроводности, мм	140	100	70	140
Средняя стоимость согласно конъюнктурному анализу рынка, 1 м^2	882	450	670	5600
Область применения	Тепловая защита стен и перекрытий, изоляция промышленного оборудования	Устройство теплоизоляции фундамента, кровли, полов, при утеплении фасадов	Используется в качестве утеплителя в составе сэндвич-панелей, конструктивного элемента с дополнительным покрытием. Походит для утепления перекрытий, плоской кровли, климатического оборудования	Утепление стен, полов, горизонтальных крыш

Но основным критерием подбора теплоизоляции является коэффициент теплопроводности. От данного коэффициента напрямую зависит минимальная толщина применяемого теплоизоляционного материала. Так как современные тенденции развития рынка строительных материалов направлены на облегчение конструкций сооружения за счёт толщины конструкции, а также обеспечение значительной экономии технологических процессов возведения и обслуживания здания, стоить выделить относительно новый для строительной практики энергоэффективный материал с заявленным производителями низким коэффициентом теплопроводности и малой толщиной нанесения – жидкую теплоизоляцию (термокраску) [4; 5].

Материалы и методы исследования

Термокраска представляет собой жидкую композицию, состоящую из наполнителя, связующего и добавок (рис. 1).

В основу производства термокраски заложена стандартизированная технология внедрения полых микросфер и микросфер с вакуумом в состав связующего. При смешивании всех компонентов кластеры, скрепленные между собой при помощи полимера, образуют структурированную суспензию. В результате полимерная основа приобретает теплоизоляционные свойства. Несмотря на простоту принципа производства, данная схема требует достаточно сложных соотношений компонентов, правильный баланс которых и позволяет получить высокие адгезионные свойства и долговечность готовых покрытий. Особенно важно проследить за процентным содержанием наполнителя (80–85 %) в теплоизоляционной краске, который является основным элементом состава, препятствующим передаче тепла через утепляемую конструкцию: микросферы наполнителя обладают свойствами вакуума и имеют коэффициент теплопроводности 0,0012 Вт/м*К, за счёт чего и достигается максимальный теплоизоляционный эффект. Именно эту цифру зачастую приводят производители термокраски как коэффициент теплопроводности. Но стоит уточнить, что суммарное значение коэффициента в конечном продукте, согласно проведённым экспериментам, составляет от 0,053 до 0,082 Вт/м*К, значительно уступая по данному показателю таким классическим утеплителям, как минеральная вата, пенополистерол и др. (табл. 1).

Для лучшего ознакомления с материалом рассмотрим и другие его усредненные показатели (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Чтобы иметь возможность произвести объективную оценку целесообразности использования жидкой теплоизоляции, были проведены испытания. Рассмотрим работу краски в качестве барьера, предотвращающего теплопотери при бетонировании и подогреве буронабивных свай с использованием обсадных труб в условиях Крайнего Севера [6].

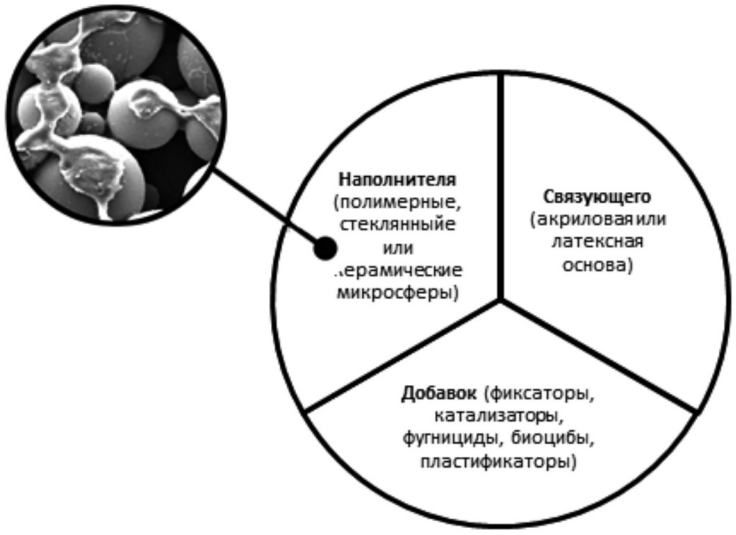


Рис. 1. Состав жидкой теплоизоляции

Таблица 2

Усредненные характеристики жидкой теплоизоляции

Показатель	Характеристика
Теплопроводность	0,053–0,082 В/м*К
Влагоустойчивость	Не пропускает и не впитывает воду. Водопоглощение покрытия в течение 24 часов составляет ≤15%
Паропроницаемость	Коэффициент паропроницаемости ≤0,02 мг(м*ч*Па)
Огнестойкость	Группа В2; низкая степень горючести (Г1); умеренное дымообразование (Д2)
Диапазон рабочих температур	-50 +200 °С
Прочность на разрыв	8,7 кг/см^2
Плотность	Жидкий 800 кг/см^3 Твердый 500 кг/см^3
Адгезия	Коэффициент адгезии: сталь – 0,6 Мпа; бетон – 1,0 МПа
Время полной полимеризации	8–24 ч
Биологическая устойчивость	Препятствует развитию колоний микроорганизмов
Экологичность	Нет токсичных компонентов. Возможность работы с материалом на водной основе в помещениях без вентиляции, не применяя СИЗ. На лаковой основе – при хорошей вентиляции.
Трудоемкость устройства (ТСН-2001), (на 100 м^2 изолируемой поверхности)	9,2 чел.-ч
Срок эксплуатации	более 7 лет

Задачи, поставленные при проведении эксперимента:

1. Проведение серии лабораторных испытаний с фиксацией контролируемых величин с помощью профильного оборудования.
2. Создание модели для испытаний, которая имеет максимально схожие характеристики с реальными условиями эксплуатации.
3. Обработка полученных результатов.
4. Формирование вывода о целесообразности применения термокраски на основе проведенных испытаний.

Вид работ – устройство свайного основания из буронабивных свай с использованием обсадных труб на вечномерзлых грунтах [7].

Параметры среды:

- температуры прогреваемой бетонной смеси – 15 °С;
- средняя температура грунта у стенок обсадной трубы – 0 °С;
- параметры обсадной трубы:
  – материал – сталь;
  – диаметр – 920 мм;
  – толщина стенки – 12 мм.

Испытательные образцы (с учетом особенностей реальных условий) представляют собой две стальные трубы диаметром 210 мм и толщиной стенок 5 мм. Чтобы приблизить условия к тем, в которых в дальнейшем подразумевается использование жидкой теплоизоляции, при проведении эксперимента используем климатическую камеру, которая поддерживает температурный режим на уровне 0 °С. Для моделирования тепловых излучений, возникающих при гидратации бетона, применяется тепловой излучатель светового типа, который подключен к реостату для регулирования интенсивности тепловых излучений. Следовательно, получаем перепад температуры воздуха внутри и снаружи трубы – 15 °С, что соответствует реальным условиям [8; 9].

Первый образец обрабатываем согласно рекомендациям по нанесению жидкой теплоизоляции, указанным производителем. Кистью или аппаратом безвоздушного распыления наносим краску в один слой на предварительно подготовленную поверхность (сухую, чистую, прочную). Перед применением тщательно перемешиваем продукт, добавляя воду объеме 10% от номинального объема использования материалов.

Второй образец испытывается без обработки. Помещаем образцы в климатическую камеру, предварительно установив в каждой трубе по одному тепловому излучатели светового типа, чтобы контролировать повышение температуры внутри трубы [10]. Используя небольшие обрезки плит утеплителя, закрываем торцевые стороны труб во избежание появления мостиков холода. Затем в течение 25 минут испытываем образцы. Далее с помощью тепловизора с интервалом в 1 минуту фиксируем 20 показаний температуры на внешней поверхности обсадной трубы. Таким образом, через 45 минут после начала испытания последняя съемка завершается.

По окончании испытаний источники теплового излучения отключаются и из холодильных камер извлекаются образцы.

Осуществляем обработку результатов испытания. Таким образом, определяем разность температур наружных поверхностей труб на двух образцах: с использованием термокраски и без ее применения (рис. 2).

В течение 20 минут температура на внешней поверхности трубы, которая не обработана термокраской, постоянно растет. Ниже представлен график изменения температуры образца при проведении испытания (рис. 3).

Из графика видно, как вследствие внутреннего подогрева трубы температура ее поверхности изменилась более, чем на 6 градусов [11].

Ниже представлены итоги съемки тепловизором образца, покрытого термокраской. Если сравнивать результаты съемок, можно заметить разницу в изменении температуры. Также видно, что в образце без обработки присутствует ярко выраженное пятно подогрева (рис. 4).

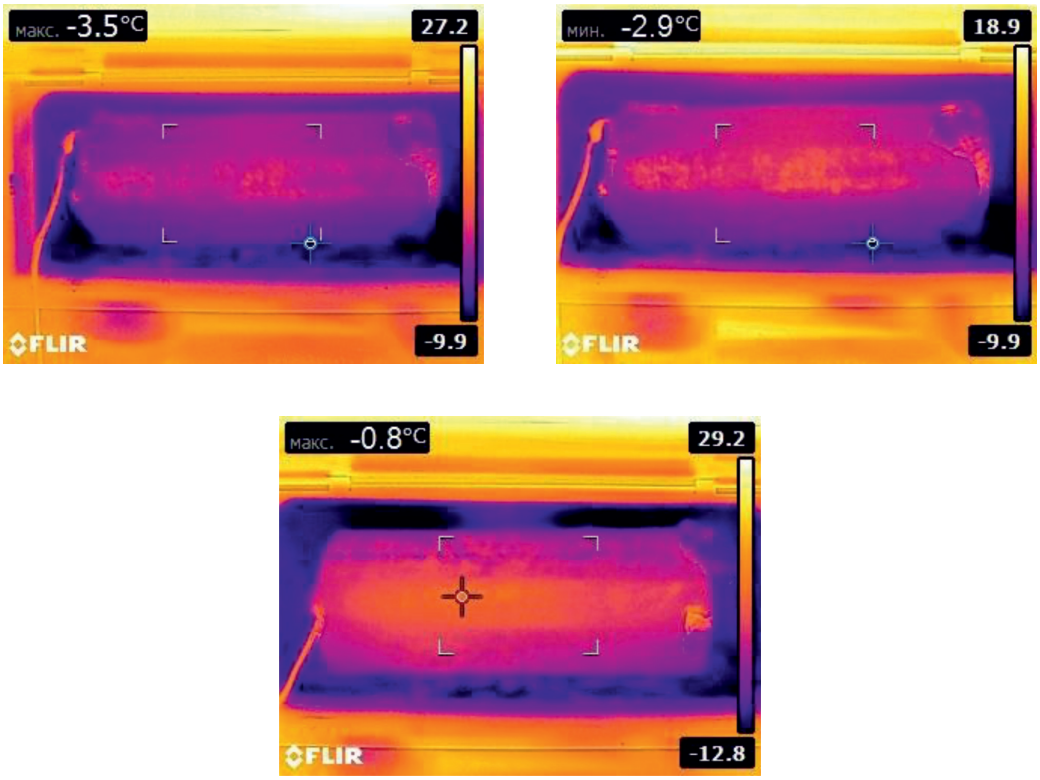


Рис. 2. Данные фотосъемки тепловизором образца трубы без обработки жидкой теплоизоляцией

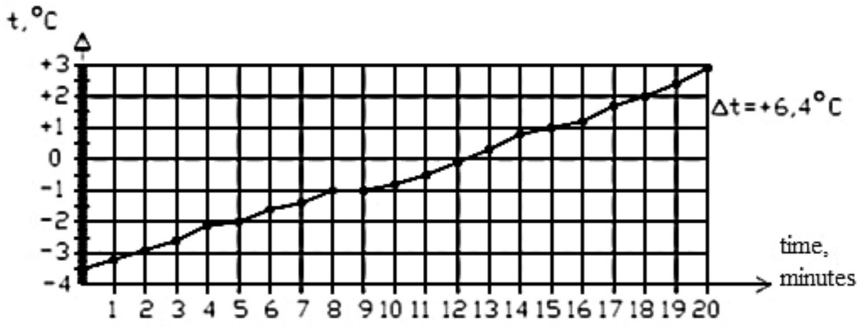


Рис. 3. График изменения температуры образца трубы без жидкой теплоизоляции

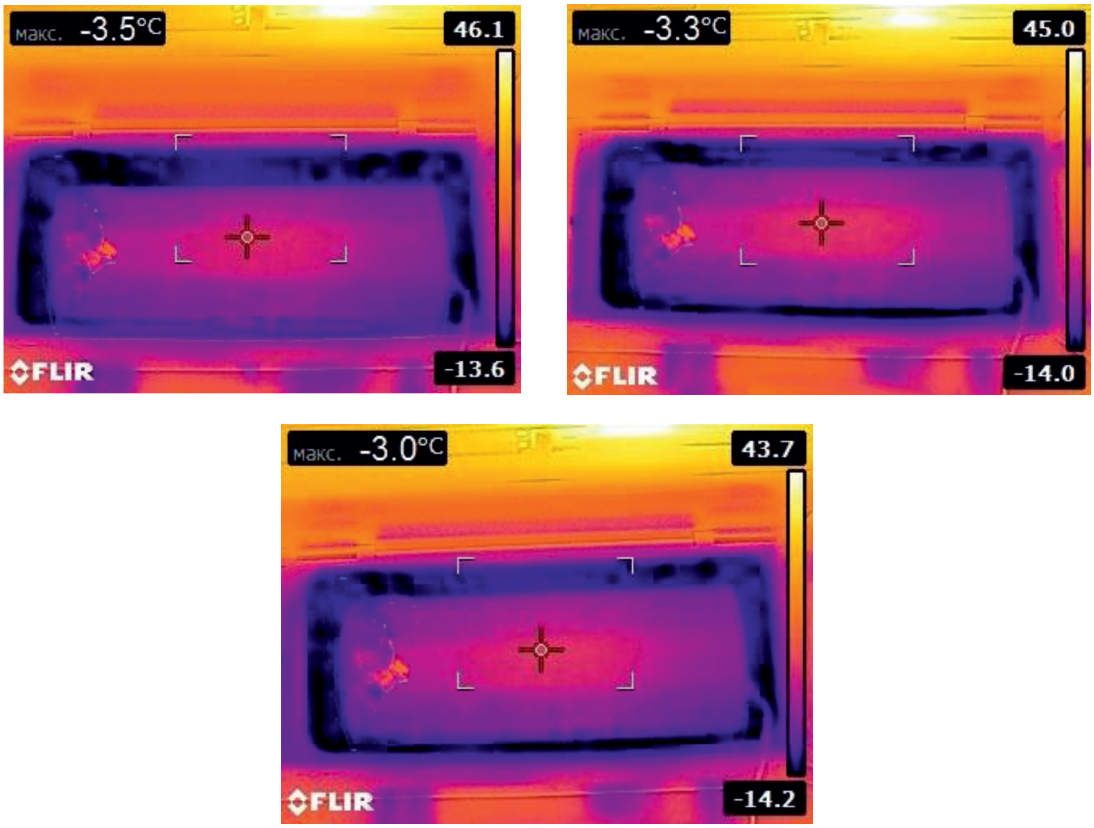


Рис. 4. Данные фотосъемки тепловизором образца трубы с обработкой жидкой теплоизоляцией

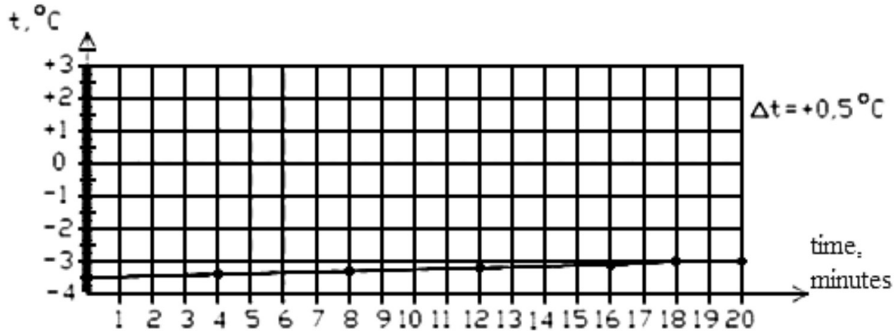


Рис. 5. График изменения температуры образца трубы с жидкой теплоизоляцией

Аналогично строим график изменения температуры трубы во втором случае (рис. 5).

С технологической точки зрения обосновано использование жидкой теплоизоляции при устройстве буронабивных свай в условиях Крайнего Севера, так как термокраска обладает хорошей адгезией по отношению к стали, легко наносится на поверхность и не нуждается в дополнительных мерах по уходу за поверхностью, которую обработали [12]. Кроме того, эксперимент показал, что жидкая теплоизоляция предотвратила теплопотери в образце.

Хотя термокраска не подходит в качестве универсального материала и не может претендовать на первенство среди современных утеплителей с точки зрения физических свойств, в некоторых случаях использование жидкой теплоизоляции экономически и технологически оправданно. Зачастую применяется в тех местах, где невозможно или затруднительно обойтись традиционными теплоизоляционными материалами. Рассмотрим возможные сферы использования термокраски: это транспортная и нефтяная промышленность, объекты ЖКХ, строительство и конструкции иного назначения (рис. 6).

Рис. 6. Области применения жидкой теплоизоляции

В настоящий момент производители отображают только общие положения по эксплуатации термокраски в выпускаемых ими инструкциях [13; 14]. Вследствие того что краска имеет достаточно обширную сферу использования, зачастую предоставленных данных оказывается недостаточно для потребителя. Поэтому для массового внедрения продукта на рынок возникает необходимость создания типовых технологических карт (ТТК), которые смогли бы принять во внимание все нюансы использования термокраски. Разработка ТТК позволит грамотно применять жидкую теплоизоляцию с учетом особенностей окружающей среды и утепляемых поверхностей.

Примерный состав технологических операций:

1. Контроль качества.

1.1. Подготовка поверхности.

Согласно заявлениям производителя, жидкая теплоизоляция имеет высокий показатель адгезии, благодаря чему возможно использование продукта на различных по свойствам поверхностях. Основой под термокраску могут служить различные материалы (табл. 3).

Таблица 3

Усредненные характеристики жидкой теплоизоляции

Сфера применения термокраски по материалам	металл
	дерево
	бетон
	пластик
	кирпич
	стекло и др.

При разработке ТТК для сохранения адгезивных свойств продукта необходимо обозначить процедуру подготовки основания под покраску (в зависимости от вида и состояния обрабатываемой поверхности) [15].

1.2. Подготовка изоляционного покрытия.

Важно учесть изменения характеристик краски и особенности ее работы в зависимости от следующих условий:

– осадки;
– температура изолируемой поверхности;
– температура окружающего воздуха;
– излучения;
– влажность и др.

2. Инструкция по нанесению.

Необходимо подробно описать, с помощью каких приспособлений и инструментов (валик, малярная кисть, пульверизатор и т.д.) возможно осуществить нанесение продукта. А также указать рекомендации по их использованию с учетом площади обрабатываемой поверхности.

3. Техника безопасности.

Чтобы организовать безопасные условия труда при работе с жидкой теплоизоляцией, важно акцентировать внимания на исследованиях, подтверждающих экологичность термокраски [16]. Таким образом, необходимо провести лабораторные испытания и проверить продукт на выделение опасных веществ, сравнив полученные значения с предельно допустимыми согласно «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 10 мая 2018 года)» (табл. 4).

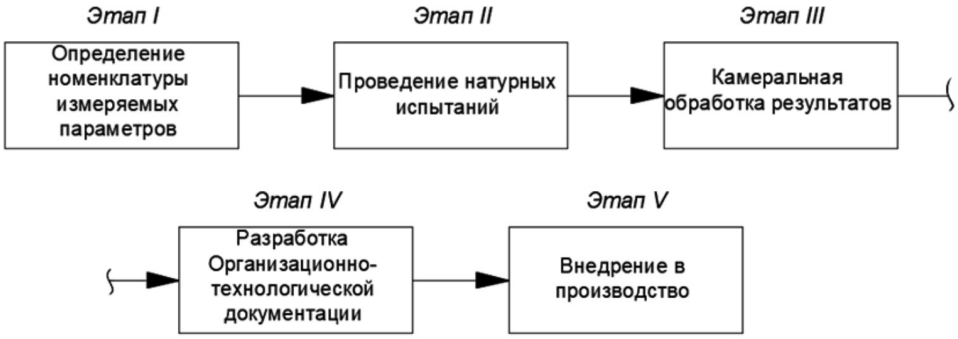


Рис. 7. Этапы внедрения жидкой теплоизоляции в массовое производство

Таблица 4

Допустимый уровень миграции веществ в окружающую среду

Вещество	Допустимый уровень миграции в воздушную среду, мг/м^3
Стирол	0,002
Аммиак	0,04
Фенол	0,003
Формальдегид	0,01
Диоксид серы	0,05

4. Обслуживание.

В разрабатываемых ТТК следует привести рекомендации по обновлению теплоизоляционного покрытия и уходу за ним в процессе эксплуатации. К широкому внедрению жидкой теплоизоляции в современное строительное производство можно прийти, соблюдая пять этапов (рис. 7).

Выводы

На основании проведенного анализа можем сделать следующие выводы.

1. Краску целесообразно применять при осуществлении строительства и капитального ремонта гражданских зданий (в том числе подземных частей) в силу ее теплоизоляционных свойств, низких трудозатрат.

2. Для массового внедрения жидкой теплоизоляции на рынок необходимо провести исследования по следующим направлениям:

2.1. Провести испытания, доказывающие безопасность и экологичность продукта.

2.2. Разработать типовые технологические карты с учетом разнообразия сфер применения жидкой теплоизоляции.

Список литературы

1. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петрухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. М.: ИНФРА-м, 2003. 267 с.

2. Плотников В.В., Ботаговский М.В. Современные технологии повышения теплозащиты зданий. Брянск: БГИТА, 2010. 199 с.

3. Oleinik P., Yurgaytis A.Optimization of the annual construction program solutions. MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 117. DOI: 10.1051/matecconf/201711700130.

4. Topchiy D., Shatrova A., Yurgaytis A. Integrated construction supervision as a tool to reduce the developer's risks when implementing new and redevelopment projects. MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. DOI: 10.1051/matecconf/201819305032.

5. Oleinik P., Yurgaytis A.The method of forming solutions for non-critical activities in the preparation and optimization of the construction complex organizations' annual program. MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. DOI: 10.1051/matecconf/201819305010.

6. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z.Time/cost optimization using hybrid evolutionary algorithm in construction project scheduling. Automation in Construction. 2008. Vol. 18. P. 24–31.

7. Дружинина Т.Я., Копылова А.А. Актуальность применения жидкой сверхтонкой теплоизоляции в строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских объектов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 2(73). С. 101–105.

8. Чумадова Л.И., Скориков М.Ю., Степанян Т.Г., Морозов М.В., Вестников Д.М. Теплотехнические характеристики жидкого керамического теплоизоляционного материала на основе алюмосиликатных и натриево-боросиликатных микросфер // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 1 (57). С. 129–140.

9. Чеснокова О.Г., Тухарели В.Д., Тухарели А.В. Возможность использования сверхтонкой жидкой теплоизоляции для защиты несущих железобетонных элементов в многослойной наружной стене // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2(45). С. 105.

10. Жуков А.Н., Перехоженцев А.Г. Исследование свойств жидкой керамической теплоизоляции и область её применения // Межрегиональный форум «Энергосбережение и энергоэффективность. Волгоград-2012». 2012. С. 378–380.

11. Пучкина П.С., Ким А.О., Морозов В.И., Мижарёв Р.С. Сравнение соотношения цены и качества современной теплоизоляции // Молодой учёный. 2016. № 27 (131). С. 146–149.

12. Клявлин М.С., Халфина Д.А., Сукаева А.И. Изучение возможности использования термокраски для утепления здания // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). 2017. Т. 20. № 2 (65). С. 43–52.

13. Ермолаев Т.В., Кондратьев А.Е. Применение нанотехнологий в тепловой изоляции // Наука и образование: новое время. 2018. № 6 (29). С. 137–140.

14. Лосева Ю.В., Хачатурян Ф.А. Особенности жидкой теплоизоляции // Проблемы и достижения в науке и технике: сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. 2016. С. 127–131.

15. Талипова А.Р., Шарипова Л.Р. Сравнительный анализ свойств жидкой теплоизоляции с традиционными видами // Энергия молодёжи для нефтегазовой индустрии: материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2017. С. 32–36.

16. Абрамян С.Г., Ишмаметов Р.Х. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в строительстве. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2018. 233 с.

УДК 519.711.3:519.2/.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКА В НЕОДНОРОДНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

[1,3]Тырсин А.Н., [2]Масленников Д.Л.

[1]ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: at2001@yandex.ru;

[2]ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: asp18mdl319@susu.ru;

[3]ФГБУН «Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: at2001@yandex.ru

Реальные объекты не всегда удается адекватно описать в виде гауссовских систем. Это часто вызвано неоднородностью исследуемой выборочной совокупности, в которой могут присутствовать несколько выраженных однородных кластеров, каждый из которых может быть описан гауссовским случайным вектором. В этом случае, как показали результаты моделирования, рассмотрение всей выборки в виде однородной гауссовской системы приводит к значительным ошибкам при оценивании риска. К таким совокупностям, например, можно отнести многомерные данные в медицине и региональной экономике. Поэтому необходимо в модели риска учесть негауссовость рассматриваемых многомерных данных. Рассмотрены два алгоритма для оценивания параметров распределений кластеров неоднородных стохастических систем. Первый алгоритм использует известную модель смеси гауссиан. Второй алгоритм основан на дискриминантном анализе. Предложена новая модель многомерного риска, в которой стохастическая система описывается в виде совокупности нескольких взаимно независимых гауссовских систем, для каждой из которых определяется или задается вероятность (доля) ее присутствия в исследуемой совокупности. Рассмотрен случай, когда исследуемая выборка состоит из совокупности двух гауссовских систем. Приведены результаты апробации на модельных данных.

Ключевые слова: многомерный риск, модель, стохастическая система, случайный вектор, кластер

A RISK MODELING IN HETEROGENEOUS STOCHASTIC SYSTEMS

[1,3]Tyrsin A.N., [2]Maslennikov D.L.

[1]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: at2001@yandex.ru;

[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education South-Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, e-mail: asp18mdl319@susu.ru;

[3]Federal State Budgetary Institution of Science Scientific-Engineering Center Reliability and Life of Large Systems and Machines, Ural Branch, Russian Academy of Science, Yekaterinburg, e-mail: at2001@yandex.ru

Real objects cannot always be adequately described as Gaussian systems. This is often caused by the heterogeneity of the studied sample population, which may consist of several pronounced homogeneous subsets and each of subset can be described by a Gaussian random vector. In this case, as shown by the simulation results, considering the entire sample in the form of a homogeneous Gaussian system can lead to significant errors in risk assessment. Such cases of sample population, for example, include multidimensional data in medicine and regional economics. Therefore, it is necessary to take into account the non-Gaussian nature of the multivariate data. Two algorithms for estimating parameters of cluster distributions of heterogeneous stochastic systems are considered. The first algorithm uses the well-known Gaussian mixture model. The second algorithm is based on discriminant analysis. A novel model of multidimensional risk is proposed. A Stochastic system of model is described as a set of independent Gaussian systems, and a fraction of each component is defined or set as probability of presence in studied population. The case when the sample is formed from a union of two Gaussian systems is considered in details. The results of testing on model and real data are presented.

Keywords: multidimensional risk, model, stochastic system, random vector, cluster

Моделирование риска обычно включает в себя выделение опасных исходов, количественное задание последствий от их наступления и оценку их вероятностей [1]. Вклад различных рисков объединяют и рассматривают одномерную случайную величину [2–4]. Однако у такой модели есть недостатки. Во-первых, не всегда известны заранее все возможные опасные исходы и, соответственно, мы не знаем их вероятности. Во-вторых, реальные системы обычно имеют много различных факторов риска. А поскольку они могут быть взаимосвязанными, то необходимо факторы риска рассматривать совместно, т.е. возникает потребность в многомерном моделировании риска.

В [5] предложен подход к моделированию многомерного риска. Он был реализован для распространенного случая гауссовских систем [6]. Однако реальные объекты

(например, в медицине и региональной экономике) не всегда удается адекватно описать в виде гауссовских систем. Это часто вызвано неоднородностью исследуемой выборочной совокупности, в которой могут присутствовать несколько выраженных однородных подмножеств, каждое из которых может быть описано гауссовским случайным вектором. В этом случае, как показали результаты моделирования, рассмотрение всей выборки в виде однородной гауссовской системы может приводить к значительным ошибкам при оценивании риска. Поэтому необходимо в модели риска учесть негауссовость системы.

Целью статьи является описание новой модели многомерного риска, в которой стохастическая система описывается в виде совокупности нескольких взаимно независимых гауссовских систем, для каждой из которых определяется или задается вероятность (доля) ее присутствия в исследуемой совокупности. Будет подробно рассмотрен случай, когда исследуемая выборка формируется из совокупности двух гауссовских систем.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим неоднородную стохастическую систему S. Выделим в ней M факторов риска X_j и будем считать их компонентами случайного вектора $\mathbf{X} = (X_1, X_2, ..., X_M)$. В отличие от [6], когда $\mathbf{X}$ представлял собой гауссовский случайный вектор, рассмотрим более общий случай $\mathbf{X} = \bigcup_{k=1}^{K} \mathbf{X}_k$, где все случайные векторы $\mathbf{X}_k$ являются гауссовскими с соответствующими распределениями $F_{\mathbf{X}_k}(\mathbf{x})$. Функция распределения случайного вектора $\mathbf{X}$ может быть представлена как

$$F_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) = \sum\nolimits_{k=1}^{K} \nu_k F_{\mathbf{X}_k}(\mathbf{x}),$$

$$\sum\nolimits_{k=1}^{K} \nu_k = 1, \ \forall k \ \ 0 \le \nu_k \le 1. \qquad (1)$$

Представление (1) позволяет учесть неоднородность стохастических систем. Действительно, мы фактически здесь имеем совокупность K подмножеств (кластеров). Например, в популяции могут быть как здоровые, так и больные люди, при рассмотрении регионы также могут делиться на несколько групп (кластеров) и т.д.

Неблагоприятные исходы описываем в виде геометрической области, вид которой определяется конкретной системой, решаемой задачей и априорных сведений. Для определенности опишем предлагаемый подход на примере распространенной концепции нежелательных событий как больших и маловероятных значений случайного вектора $\mathbf{X}$. Тогда вероятность неблагоприятного исхода для случайного вектора $\mathbf{X}$ равна [5]

$$P(D) = P(\mathbf{X} \in D),$$

$$D = \left\{ \mathbf{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_m) : \sum_{j=1}^{M} \frac{(x_j - z_j^*)^2}{B_j^2} \ge 1 \right\}, \quad (2)$$

где $\mathbf{z}^* = (z_1^*, z_2^*, ..., z_M^*)$ – некоторое наиболее безопасное значение, B_j – пороговые уровни.

Очевидно, когда исход не лежит на одной из осей, то событие D может реализоваться и при отсутствии рисковых отклонений по всем компонентам (например, возможны ситуации, когда $\mathbf{X} \in D$ и $\forall j \ X_j \notin D_j = (-\infty; z_j^* - B_j) \cup (z_j^* + B_j; +\infty)$). Риск оценим как [5]

$$r(\mathbf{X}) = \int\int_{\mathbf{R}^m} \ldots \int g(\mathbf{x}) p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) d\mathbf{x},$$

где $p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$ – плотность вероятности случайного вектора $\mathbf{X}$, $g(\mathbf{x})$ – функция последствий от опасных ситуаций. Задав

$$g(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1, \mathbf{x} \in D, \\ 0, \mathbf{x} \notin D, \end{cases} \qquad (3)$$

получим $r(\mathbf{X}) = P(\mathbf{X} \in D)$, т.е. риск будет равен вероятности возникновения неблагоприятного исхода. Оценка (3) хорошо интерпретируется, а также является удобным начальным приближением модели риска на ранней стадии исследования системы, когда сложно достаточно точно описать функцию $g(\mathbf{x})$.

Результаты исследования и их обсуждение

Одной из проблем при использовании модели (1) является определение параметров распределений $F_{\mathbf{X}_k}(\mathbf{x})$ и вероятностей ν_k. Ниже рассмотрим варианты решения на примере двух кластеров. Во-первых, можно воспользоваться дискриминантным анализом. Для реализации алгоритма поиска параметров необходимо знать вероятность принадлежности очередного наблюдения тому или иному кластеру. Дискриминантный анализ на основе логистической регрессии [7] позволяет оценить эти вероятности. Алгоритм разыгрывания для оценки параметров распределений кластеров состоит в следующем.

Вход: *data* – массив координат входных объектов; *probas* – вероятности при-

надлежности к кластерам каждой точки (длина массива равна длине массива *data*), N – количество розыгрышей, K – количество кластеров.

Выход: параметры распределений каждого кластера.

Шаг 1. Вычисляем кумулятивную сумму для векторов вероятностей в кластерах для каждой точки, установить счетчик равным 0.

Шаг 2. Разыгрываем случайную величину p, равномерно распределенную на [0; 1).

Шаг 3. Для всех точек определяем по кумулятивному вектору вероятностей, в какой кластер соотносится точка. Номер кластера будет определяться индексом минимального значения элементов вектора $\hat{p} \geq p$.

Шаг 4. Выделяем из всего набора данных кластеры, полученные на шаге 3.

Шаг 5. Вычисляем оценки математических ожиданий и дисперсий для каждого кластера и записываем результаты, увеличиваем счетчик на 1.

Шаг 6. Если счетчик меньше N повторяем шаги 2–5, иначе вычисляем оценки математических ожиданий и дисперсий по N опытам. Усредненные по всем опытам оценки будут результатом оценки параметров.

Стоит отметить, что описанный алгоритм является частным случаем для двух кластеров и его можно расширить для любого конечного числа кластеров, вместо разыгрывания одной случайной величины p будем разыгрывать вектор вероятностей $\mathbf{p}$, состоящий из $K - 1$ элементов. Тогда попадание на основе этих значений наблюдений в тот или иной кластер будет описываться мультиномиальным распределением. Остальные шаги процедуры останутся неизменными.

Также можно использовать модель смеси гауссиан (GMM) [8]. GMM реализуется с помощью решения оптимизационной задачи максимального правдоподобия (Expectation Maximization) [9]. EM-алгоритм – общий метод нахождения оценок функции правдоподобия в моделях со скрытыми переменными. В данной статье рассматривается интерпретация смеси гауссовых распределений в терминах дискретных скрытых переменных.

Помимо того что смеси распределений позволяют приближать сложные вероятностные распределения, с их помощью можно также решать задачу кластеризации данных. Далее мы будем решать задачу кластеризации с помощью EM-алгоритма, предварительно приблизив решение алгоритмом k-средних [10].

Сравнительный анализ оценок параметров распределения кластеров показал, что оба алгоритма (на основе логистической регрессии и GMM) дали сравнимые по точности результаты.

Проведем расчет риска неоднородных систем с двумя кластерами. Рассмотрим пять модельных случаев систем из двух совокупностей, число компонент $M = 2$: 1 – каждая компонента имеет диагональную ковариационную матрицу; 2 – «вытянутые» рассеяния; 3 – каждая компонента состоит из коррелированных параметров; 4 – компоненты каждой из совокупности зависимы, между ними значимые пересечения; 5 – «непересекающиеся» классы. Методика эксперимента состояла в следующем.

Генерируем данные для модельных случаев с заданными параметрами – известными ковариациями и математическими ожиданиями. На всех модельных примерах доли совокупностей одинаковы, то есть вероятность попадания случайного наблюдения равна 0,5 для одного случая. Посмотрим, как эти доли могут влиять на значения риска. Для каждого из случаев заранее известны параметры распределений каждой совокупности – векторы средних и ковариации (в силу того что считаем каждую из совокупностей представимой в виде гауссовского случайного вектора). В каждом из модельных примеров одна из совокупностей будет считаться «благоприятной», а границы области будут определяться эллипсом. Будем проводить эксперимент следующим образом:

1) для каждого случая по известным параметрам сгенерируем по 30 пар совокупностей;

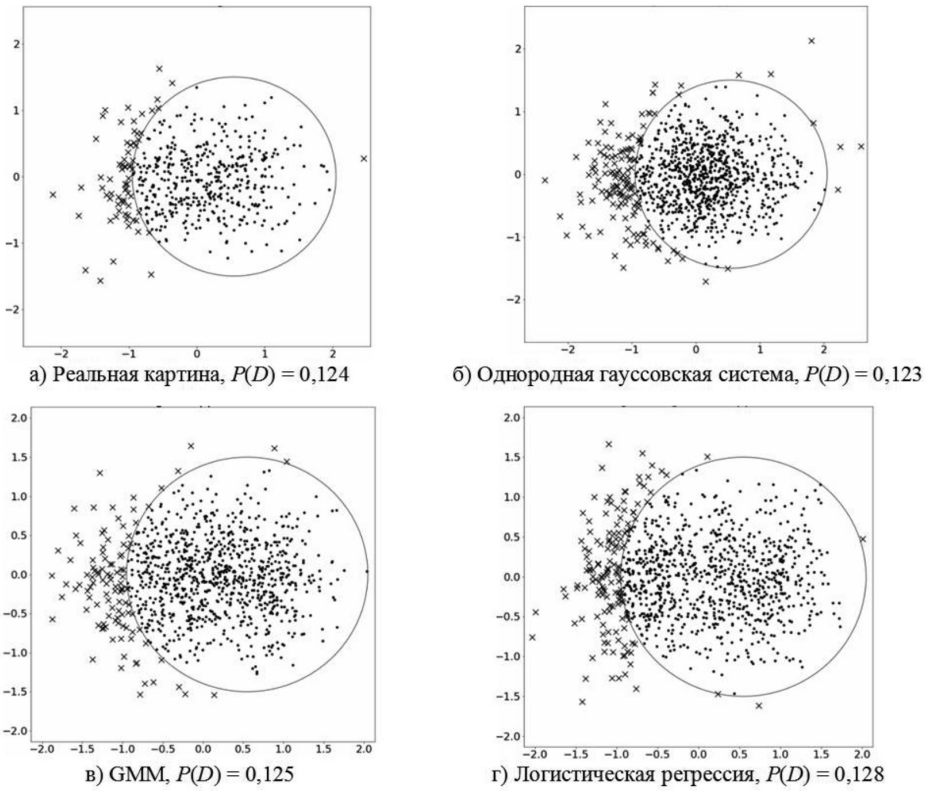
2) для каждого случая и каждой из 30 итоговых выборок попытаемся восстановить параметры двумя способами – с помощью алгоритма на основе логистической регрессии, а также с помощью EM-алгоритма (GMM-модель);

3) на основе восстановленных параметров сгенерировать достаточное количество наблюдений каждой совокупности;

4) методом Монте-Карло выполнить расчет вероятности непопадания в благоприятную область. Это и будет вероятностью риска в системе.

Поскольку на модельных примерах имеется информация об исходных параметрах распределений каждой совокупности, можно с высокой точностью оценить реальный риск. Также приведем расчет риска заданной системы, представленной в виде однородной гауссовской системы [5], и проведем расчет с восстановленными логистической регрессией и GMM параметрами.

На рис. 1–5 благоприятная область отмечена эллипсом, благоприятные точки – точками, а неблагоприятные точки – крестиком. Вероятность риска – это отношение числа пересечений к общему числу наблюдений.



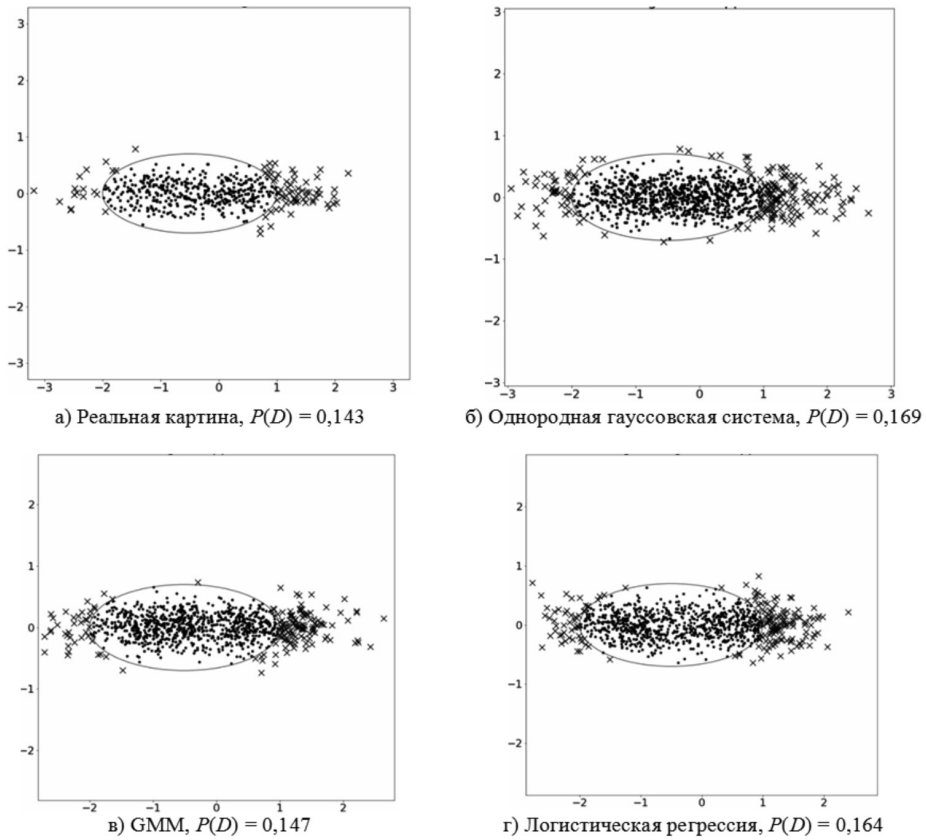
а) Реальная картина, $P(D) = 0{,}124$

б) Однородная гауссовская система, $P(D) = 0{,}123$

в) GMM, $P(D) = 0{,}125$

г) Логистическая регрессия, $P(D) = 0{,}128$

Рис. 1. Каждая компонента имеет диагональную ковариационную матрицу



а) Реальная картина, $P(D) = 0{,}143$

б) Однородная гауссовская система, $P(D) = 0{,}169$

в) GMM, $P(D) = 0{,}147$

г) Логистическая регрессия, $P(D) = 0{,}164$

Рис. 2. «Вытянутые» рассеяния

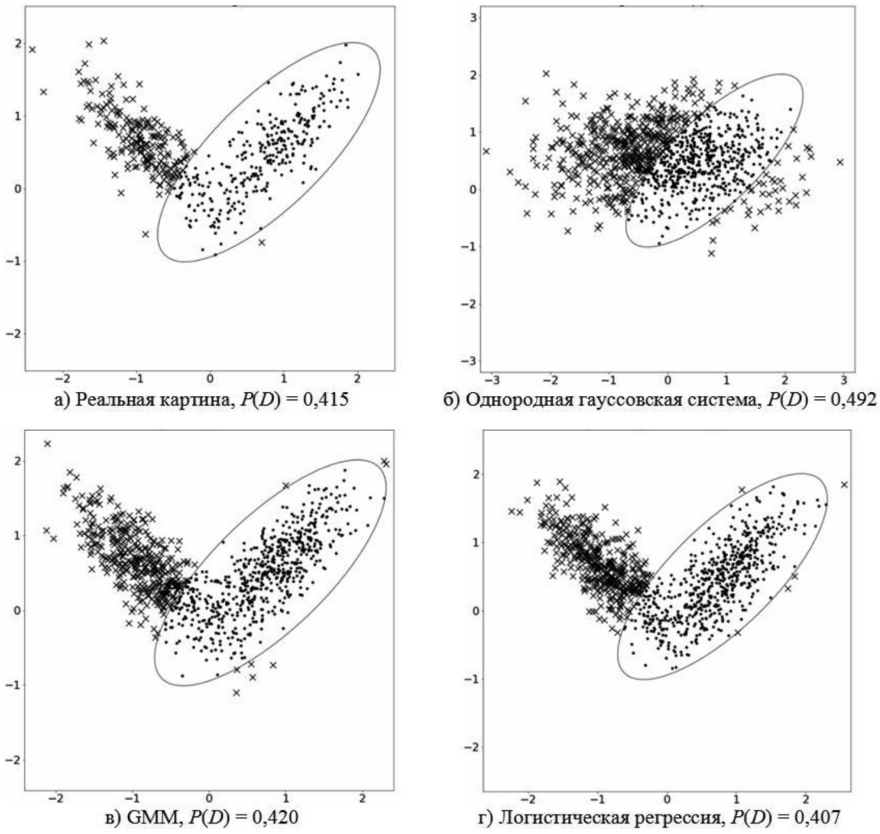


Рис. 3. Каждая компонента состоит из коррелированных параметров

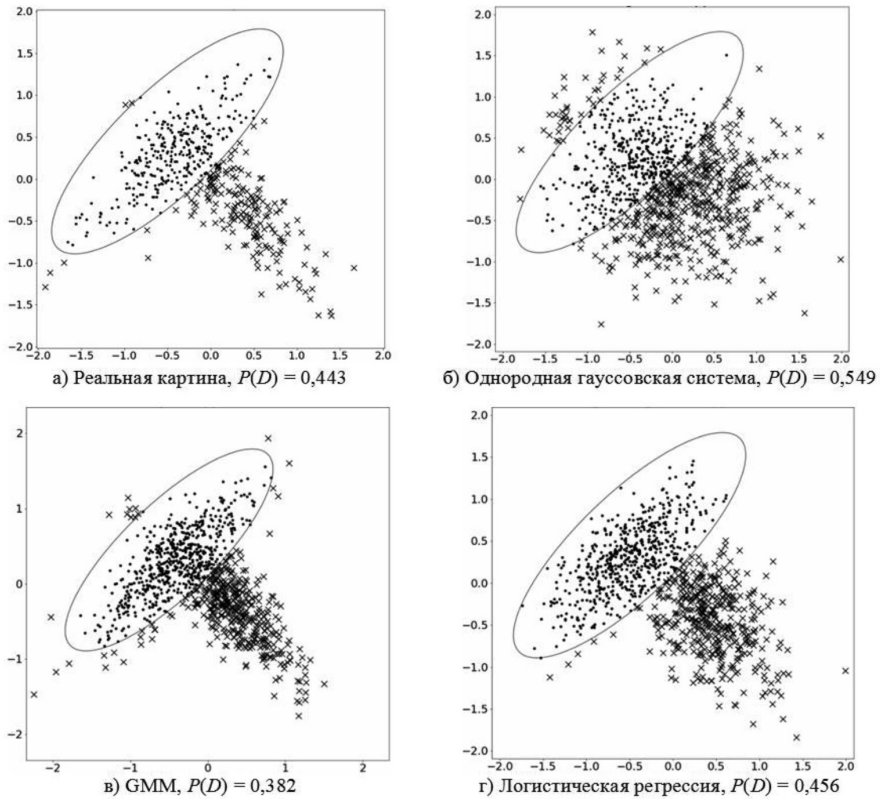


Рис. 4. Компоненты каждой из совокупности зависимы, между ними значимые пересечения

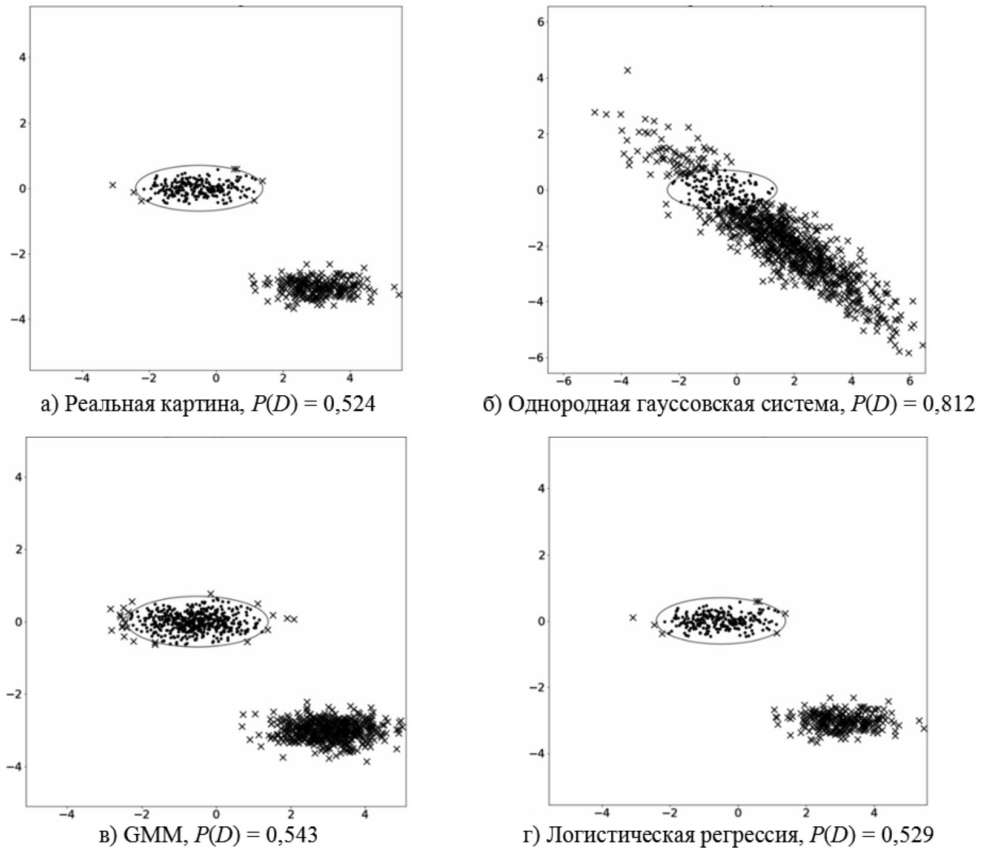


Рис. 5. «Непересекающиеся» классы

Анализ данных примеров показывает, что в четырех случаях из пяти использование модели в виде однородной гауссовской системы привело к значительному завышению оценки риска. Несмотря на то что для первых двух случаев (рис. 1, 2) нет выигрыша в точности оценки риска, снижения качества также не наблюдается. В остальных же случаях (рис. 3–5) использование модели для неоднородной системы предпочтительнее, поскольку результаты расчета рисков более приближены и сравнимы с реальными показаниями, в то время как однородная модель существенно завышает эти показатели.

Выводы

1. Показано, что представление неоднородных систем в виде гауссовского случайного вектора может приводить к значительным ошибкам в оценке риска.

2. Предложена модель многомерного риска для неоднородных стохастических систем. При этом система представляется в виде совокупности гауссовских случайных векторов.

3. Предложен и рассмотрен алгоритм для восстановления параметров распределения на основе вероятностей принадлежности каждой точки. В статье использовалась логистическая регрессии. Однако можно использовать и другие методы классификации.

4. GMM по сравнению с логистической регрессией имеет меньшую стабильность в расчете рисков, поэтому предпочтительнее использовать поиск параметров с помощью логистической регрессии. Но последний алгоритм вычислительно более затратен и требует некоторую информацию об исходных совокупностях в виде обучающей выборки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 20-51-00001.

Список литературы

1. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рисковых ситуаций. 5-е изд. М.: Дашков и К°, 2012. 880 с.

2. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.

3. Кудрявцев А.А., Радионов А.В. Введение в количественный риск-менеджмент. СПб.: Издательство СПбГУ, 2016. 192 с.

4. Rossi C. Fundamentals of Risk Management. Wiley, 2014. 528 p.

5. Тырсин А.Н., Сурина А.А. Моделирование риска в многомерных стохастических системах // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2017. № 2 (39). С. 65–72. DOI: 10.17223/19988605/39/9.

6. Тырсин А.Н., Сурина А.А. Модели управления риском в гауссовских стохастических системах // Информатика и ее применения. 2018. Т. 12. Вып. 2. С. 50–59. DOI: 10.14357/19922264180208.

7. Hosmer D.W., Lemeshow S., Sturdivant R.X. Applied Logistic Regression. Third Edition. Wiley, 2013. 528 p.

8. Dempster A., Laird N., Rubin D. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. Journal of the Royal Statistical Society, Series B. 1977. Vol. 39 (1). P. 1–38.

9. Jordan M.I., Xu L. Convergence results for the EM algorithm to mixtures of experts architectures: Tech. Rep. A.I. Memo. No. 1458: MIT, Cambridge, MA, 1993. 34 p.

10. Тюри А.Г., Зуев И.О. Кластерный анализ, методы и алгоритмы кластеризации // Вестник МГТУ МИРЭА. 2014. № 2. С. 86–97.

УДК 519.233.5:691.327.333

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕНОБЕТОННОЙ СМЕСИ И ПЕНОБЕТОНА

Федоров В.И., Турантаев Г.Г.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com

В статье рассматривается возможность применения уравнения регрессии, полученной в результате анализа данных действующего цеха по производству пенобетонных блоков, для количественной и качественной оценки степени влияния входных факторов на выходные данные. Основу статьи занимают вопросы, связанные с проблемой анализа, в частности критика одностороннего подхода интерпретации факторов. Представлены преимущества и недостатки основных методов планирования эксперимента и факторного анализа. Приводится описание принципа Парето с точки зрения подходов технологического моделирования производственных процессов. Для изготовления образцов пенобетона использованы сырьевые компоненты, соответствующие требованиям нормативно-технической документации. В экспериментальных исследованиях применены стандартные образцы и аттестованные приборы. Оценка технологических и физико-механических показателей пенобетонной смеси и образцов пенобетона проведена с использованием стандартных методов анализа и обработки данных. Получены пять уравнений регрессии, проведена оценка их адекватности. Построен ряд диаграмм Парето, объективно оценивающих степень влияния входных факторов на выходные данные. Установлены причинно-следственные связи, описывающие рассматриваемые в работе уравнения множественной регрессии. Приводится объяснение некоторых процессов, протекающих в процессе созревания пенобетона. Подробно рассмотрена количественная оценка влияния входных факторов на вариативность характеристик пенобетонной смеси и пенобетона.

Ключевые слова: пенобетон, черный ящик, входной фактор, уравнение регрессии, коэффициенты регрессии, коэффициент детерминации, состав, характеристики

EVALUATION OF FACTORS, INFLUENCING THE CHARACTERISTICS OF FOAMED CONCRETE MIXTURE AND FOAMED CONCRETE

Fedorov V.I., Turantaev G.G.

Federal North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com

The article discusses the possibility of applying the regression equation obtained as a result of analyzing the data of the existing workshop for the production of foam concrete blocks for a quantitative and qualitative assessment of the degree of influence of input factors on the output data. The article is based on issues related to the problem of analysis, in particular, criticism of the one-sided approach to interpreting factors. The advantages and disadvantages of the main methods of experiment planning and factor analysis are presented. The description of the Pareto principle from the point of view of approaches to technological modeling of production processes is given. For the manufacture of foam concrete samples, raw materials were used that meet the requirements of regulatory and technical documentation. In experimental studies, standard samples and certified devices were used. The assessment of technological and physical and mechanical parameters of the foam concrete mixture and foam concrete samples was carried out using standard methods of analysis and data processing. Five regression equations are obtained, and their adequacy is assessed. A number of Pareto diagrams are built that objectively assess the degree of influence of input factors on the output. Cause-and-effect relationships are established that describe the multiple regression equations considered in the work. An explanation of some of the processes occurring in the process of foam concrete maturation is given. A quantitative assessment of the influence of input factors on the variability of the characteristics of the foam concrete mixture and foam concrete is considered in detail.

Keywords: foam concrete, black box, input factor, regression equation, regression coefficients, determination coefficient, composition, characteristics

Пенобетоном называют разновидность ячеистого бетона, представляющего собой искусственный каменный материал пористой структуры, изготовленный из вяжущего, кремнеземистого компонента, порообразователя и воды [1]. Отличительной особенностью пенобетона, по сравнению с другими разновидностями легких и особо легких бетонов, является трудность достижения стабильных значений показателей качества. Зачастую это связано с необходимостью управления многочисленным количеством рецептурных и технологических факторов [2]. Наиболее распространенным методом решения данной задачи является применение аппарата математического моделирования с элементами статистического анализа.

Для объективного отображения технологического процесса приготовления пенобетона необходимо, чтобы его математическая модель включала все факторы,

существенно влияющие на выходную величину [3]. Отсутствие в модели хотя бы одного из существенных факторов может повлечь за собой ошибочную интерпретацию явлений, происходящих в технологическом процессе.

Процесс приготовления и твердения пенобетона сопровождается параллельным протеканием ряда химических и физических процессов. Косвенными показателями этих процессов можно рассмотреть перечень рецептурных факторов. По оценкам многих исследователей, количество факторов, влияющих на свойства пенобетона, может быть достаточно обширным – от пяти до нескольких десятков [1, 4]. Степень влияния этих факторов на выходные данные весьма неоднозначна и зависит от типа исследуемых параметров: средняя плотность, прочность при сжатии, коэффициент теплопроводности, трещиностойкость, морозостойкость и т.д.

В анализе факторов и их оптимизации во многих отраслях промышленности используют так называемый принцип Парето. Принцип является своего рода условным эмпирическим правилом, названным в честь итальянского инженера и экономиста Вильфредо Парето. Сам принцип формулируется следующим образом: «20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий – 20 % результата» [5]. В данном контексте это можно перефразировать так: «20 % факторов влияют на 80 % показателей, а остальные 80 % факторов – на 20 % показателей». Приведенная пропорция с математической точки зрения не является точной закономерностью, а служит некоторым обобщающим мнемоническим правилом. Ранжирование факторов по степени влияния на изменчивость показателей качества пенобетона можно достигнуть с использованием принципа Парето. В работе приводится анализ технологического процесса изготовления пенобетонных блоков автоклавного твердения плотностью D500-600 («D» показывает марку пенобетона по средней плотности, кг/м^3). Задачей является получение математической модели без отрыва от действующего производства с использованием отработанной рецептуры.

В исследовательских работах по строительному материаловедению обычно применяют аппарат математического планирования эксперимента, либо другие смежные методы, основанные на принципах математической статистики: априорное ранжирование факторов, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, комбинаторный анализ (греческие и латинские квадраты и др.), методы экспериментального отсеивания факторов с насыщенными матрицами, метод случайного баланса и т.п. [6]. Каждый из перечисленных методов обладает своими преимуществами и недостатками, а также рядом специфических условий, при соблюдении которых можно получить модель, адекватно отражающую значимость каждого фактора. Следует отметить, что большинство рассмотренных методов в той или иной степени пересекаются с принципами планирования эксперимента. Одним из известных недостатков планирования эксперимента является управление крайне ограниченным количеством входных факторов вследствие необходимости проведения большого количества опытов. Количество опытов N при полном факторном эксперименте рассчитывается по формуле

$$N = n^t, \quad (1)$$

где n – уровни варьирования факторов, ед.; t – количество факторов в эксперименте.

Например, при $n = 3$ и $t = 2$ количество опытов равно 9, при $t = 3$ количество опытов достигнет 27, а при $t = 5$ будет равно 243. Таким образом, при планировании эксперимента крайне трудно составить модели, учитывающие более 2–3 факторов. На основании изложенного перед исследователем стоит важная задача – выделить наиболее значимые факторы, так как в противном случае возрастает объем экспериментальной работы и, как следствие, трудоемкость исследовательского процесса. Наиболее целесообразным методом в приведенных ограничениях является регрессионный анализ, в частности элементы множественной регрессии. Назначение множественной регрессии состоит в анализе связи между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной при относительно небольшом количестве экспериментов. Экспериментальные данные получены в процессе производства пенобетонных блоков на площадке опытно-экспериментального полигона «Стройкомпозит», г. Якутск.

Цель работы состоит в получении в цеховых (не в лабораторных) условиях достоверных оценок воздействия входных факторов на характеристики пенобетонной смеси и пенобетона при минимальном числе экспериментов.

Материалы и методы исследования

Пенобетонные блоки изготовлены с использованием следующих сырьевых компонентов: в качестве вяжущего – портландцемент класса прочности ЦЕМ I 32,5Б

по ГОСТ 31108-2016 и молотая негашеная известь по ГОСТ 9179-2018; в качестве кремнеземистого компонента – механоактивированный кварцполевошпатовый песок из поймы р. Лена по ГОСТ 8736-2014; в качестве воды затворения – техническая вода по ГОСТ 23732-2011; в качестве порообразователя – Foamcem. Образцы размером 100x100x100 мм выпилены из пенобетонных блоков после завершения цикла автоклавной обработки. Физико-механические характеристики пенобетонной смеси и образцов пенобетона определены с использованием стандартных методов и аттестованных приборов лаборатории строительных материалов СВФУ им. М.К. Аммосова. Обработка экспериментальных данных выполнена методами математической статистики на платформах программ STATISTICA и MathCAD.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим технологический процесс изготовления пенобетона как стандартную управляемую систему модели «черного ящика». Наиболее подробно модель «черного ящика» изложена в работах [6, 7]. Система как единый функционирующий «организм» выделена из окружающей среды и в то же время связана с внешними возмущениями от воздействия входных факторов. Система связана со средой посредством входных факторов $X = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_n\}$, показывающих наблюдаемое влияние среды на систему, посредством возмущающих воздействий, а также выходными данными $Y = \{y_1, y_2 \dots y_n\}$:

$$y_1, y_2 \dots y_n = f\left(x_1, x_2, x_3 \dots x_n\right). \qquad (2)$$

Функцию (2) можно представить в форме линейного уравнения множественной регрессии вида

$$y_n = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \\ + b_3 \cdot x_3 + \dots + b_n \cdot x_n, \qquad (3)$$

где b_0 – свободный член; b_1, b_2, $b_3 \dots b_n$ – коэффициенты регрессии.

Оценка свободного члена и коэффициентов регрессии уравнения (3) производится методом наименьших квадратов [7]:

$$b_n = \left(X^T \cdot X\right)^{-1} \cdot X^T \cdot Y, \qquad (4)$$

где X – матрица значений входных факторов x_1, x_2, $x_3 \dots x_n$; X^T – транспонированная матрица значений входных факторов x_1, x_2, $x_3 \dots x_n$; Y – вектор значений выходных данных $y_1, y_2 \dots y_n$.

С учетом имеющегося научного задела [4, 8], а также на основании работ других исследователей [2, 3] нами приняты пять рецептурных факторов: x_1 – содержание цемента, кг/м³; x_2 – содержание извести, кг/м³; x_3 – содержание шлама, кг/м³ (50% массы шлама состоит из механоактивированного песка, остальная часть из воды); x_4 – содержание воды, кг/м³; x_5 – плотность пены, кг/м³. Рецептурные факторы заданы по расходу необходимого количества материала в кг на 1 м³. Для подбора выходных данных подобран ряд технологических и физико-механических показателей: y_1 – расплыв раствора по Суттарду, см; y_2 – плотность пенобетонной смеси, кг/м³; y_3 – разница температур пенобетона перед резкой и в момент формования, °С; y_4 – плотность пенобетона в сухом состоянии, кг/м³; y_5 – прочность при сжатии, МПа.

Основной задачей экспериментальных работ является фиксирование условий производственного процесса (входных факторов) с использованием принятой рецептуры пенобетона. Отработанный номинальный состав пенобетонных блоков, кг/м³ [4]: D500: портландцемент – 190, известь – 40, песок – 290, вода – 210; D600: портландцемент – 200, известь – 75, песок – 320, вода – 235 (удельная поверхность песка 350–400 м²/кг). По приведенным составам выполнено сорок замесов (два дублирующих замеса по 20 опытов), где зафиксированы 400 значений входных и выходных данных. Полученные результаты после обработки приведены в таблице. Расход материалов (входные факторы $x_1 \dots x_4$) показан на один цикл работы пенобетоносмесителя объемом 2,55 м³.

Данные таблицы обработаны с использованием выражения (4), результаты расчетов показаны в уравнениях

$$\begin{cases} y_1 = 21{,}873 + 0{,}012 \cdot x_1 + 0{,}093 \cdot x_2 - 0{,}016 \cdot x_3 + 0{,}01 \cdot x_4 \; R^2 = 0{,}6, \\ y_2 = 819{,}02 - 0{,}26 \cdot x_1 - 3{,}11 \cdot x_2 + 0{,}38 \cdot x_3 + 0{,}41 \cdot x_4 + 0{,}48 \cdot x_5 \; R^2 = 0{,}421, \\ y_3 = 45{,}67 + 0{,}03 \cdot x_1 + 0{,}47 \cdot x_2 - 0{,}07 \cdot x_3 - 0{,}04 \cdot x_4 - 0{,}28 \cdot x_5 \; R^2 = 0{,}766, \\ y_4 = 251{,}14 + 0{,}65 \cdot x_1 - 1{,}97 \cdot x_2 + 0{,}49 \cdot x_3 + 0{,}05 \cdot x_4 - 4{,}13 \cdot x_5 \; R^2 = 0{,}484, \\ y_5 = -2{,}723 + 0{,}001 \cdot x_1 - 0{,}012 \cdot x_2 + 0{,}005 \cdot x_3 + 0{,}003 \cdot x_4 - 0{,}009 \cdot x_5 \; R^2 = 0{,}537. \end{cases} \qquad (5)$$

Состав и свойства пенобетонной смеси и образцов пенобетона

№ п/п	Входные факторы					Выходные данные				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
1	491	189	1387	298	73	25	750	25,4	520,20	2,03
2	495	190	1386	289	78	26	775	27,2	623,68	3,50
3	495	188	1388	288	74	27	730	16,8	738,22	3,38
4	493	186	1447	237	82	25,5	790	14,2	554,20	2,53
5	500	189	1486	250	86	24	803	14,7	604,64	2,63
6	493	197	1450	245	95	27	871	17,8	594,57	2,22
7	496	186	1451	285	94	25	825	19,6	576,00	2,43
8	504	189	1450	338	76	24	812	17,8	548,70	2,74
9	492	190	1391	298	95	25	799	13	352,02	2,18
10	494	186	1384	362	68	27	905	19,8	638,43	2,55
11	493	189	1388	398	89	29	810	15,8	540,46	2,24
12	493	186	1343	323	70	27	786	28	613,94	2,07
13	489	189	1385	231	73	27	748	29,7	538,84	1,19
14	496	187	1386	230	76	27	769	24,4	591,50	1,92
15	403	188	1389	228	74	24	764	23,7	525,15	2,16
16	495	190	1389	244	73	24	790	23,5	531,44	2,21
17	495	188	1386	238	78	24	720	30	540,31	2,23
18	441	169	1270	219	75	25	744	24	527,11	1,93
19	442	169	1270	223	69	25	900	23,5	507,08	1,94
20	449	170	1268	222	78	25	746	22,6	570,33	1,52

Для оценки адекватности полученных уравнений регрессии применен коэффициент детерминации [7]:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \widehat{y_i} \right)^2}{\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \overline{y} \right)^2} \right], R^2 = 0 \ldots 1, \quad (5)$$

где $\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \widehat{y_i} \right)^2$ – сумма квадратов регрессионных остатков; $\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \overline{y} \right)^2$ – общая дисперсия; $y_i, \widehat{y_i}$ – фактические и расчетные значения выходных данных;

Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем лучше и адекватнее модель приближает рассчитанные по уравнениям (5) значения к наблюдаемым экспериментальным данным (таблица). Коэффициенты детерминации уравнений регрессии также приведены в (5). При оценке корреляционной связи между входными и выходными данными необходимо исключать уравнения, у которых $R^2 < 0,5$, соответственно, y_2 и y_4 в дальнейших расчетах не учитываем.

Составленные уравнения множественной регрессии (5) являются линейными моделями, описывающими наклонную гиперплоскость в факторном пространстве. Исходя из этого, если не принимать ограничения, то, анализируя модель, можно получить недостоверные данные. Поэтому в расчетах учитывается только та локальная область факторов, которая была изучена в ходе проведения экспериментальных работ (таблица), а именно:

$$\left[x_1^{\min} = 403 \right] \le x_1 \le \left[x_1^{\max} = 504 \right];$$

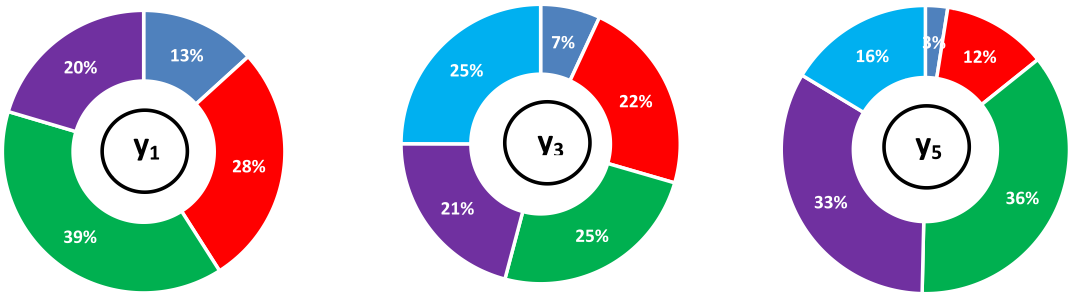
$$\left[x_2^{\min} = 169 \right] \le x_2 \le \left[x_2^{\max} = 197 \right];$$

$$\left[x_3^{\min} = 1268 \right] \le x_3 \le \left[x_3^{\max} = 1448 \right];$$

$$\left[x_4^{\min} = 219 \right] \le x_4 \le \left[x_4^{\max} = 398 \right];$$

$$\left[x_5^{\min} = 68 \right] \le x_5 \le \left[x_5^{\max} = 95 \right].$$

Следующим этапом является анализ уравнений y_1, y_3 и y_5 по принципу Парето. Для этого применили специальный инструмент программы STATISTICA «график Парето». Полученные в результате анализа принципа Парето данные иллюстрированы в виде круговых диаграмм и показаны на рисунке.



а) расплыв раствора по Суттарду *б) разница температур пенобетона перед резкой и в момент формования* *в) прочность при сжатии*

Удельный вес влияния входных факторов на выходные данные: синий – содержание цемента (x_1), красный – содержание извести (x_2), зеленый – содержание шлама (x_3), фиолетовый – содержание воды (x_4), голубой – плотность пены (x_5)

Анализ диаграмм показывает, что наибольшее влияние на степень изменчивости всех трех выходных данных оказывает фактор x_3 – содержание шлама. Для расплыва раствора по Суттарду на втором месте по силе влияния оказалось содержание извести $x_2 = 28\,\%$. Расплыв по своей природе показывает реологию растворной составляющей, поэтому наличие в нем шлама и извести повышает его растекаемость. Это связано с тем, что шлам отчасти состоит из воды, а известь после гашения придает смеси пластичность. Однако стоит отметить и роль воды затворения $x_4 = 20\,\%$, который занимает третью строчку по силе влияния на y_1. Следует отметить, что факторы x_3 и x_4 производят некоторый синергетический эффект, который повышает суммарное содержание водной составляющей, тем самым увеличивая пластичность растворной смеси. Для перепада температур y_3, так же как и у y_1, наибольший вклад вносит x_3 и только потом $x_5 = 25\,\%$ и $x_2 = 22\,\%$. Такое ранжирование отчасти противоречит общепринятым принципам, то есть с увеличением количества извести, температура пенобетонного массива должна пропорционально увеличиваться (за счет взаимодействия CaO с H_2O). Возможно, это связано с особенностями морфологии воздушных пузырьков пенобетона, так как структура всех ячеистых бетонов напрямую зависит от характеристик порообразователя, в данном случае – плотности пены x_5. Изменчивость y_5 показала довольно-таки прогнозируемый результат, характеризуемый для большинства бетонов на основе вяжущих гидратационного твердения. На прочность при сжатии y_5 наибольшее влияние оказывают $x_3 = 36\,\%$ и $x_4 = 33\,\%$, так как их повышенное содержание увеличивает водовяжущее отношение и, как следствие, ухудшение прочностных показателей. Установлено, что на прочность при сжатии существеннее влияние оказывает плотность пены $x_5 = 16\,\%$, чем содержание цемента или извести по отдельности. Это доказывает известную гипотезу, что для пенобетона главную роль в структурообразовании занимают тип и характеристики пены, а не расход вяжущего (в рассмотренных плотностях). Доминирующая роль фактора x_3 на изменчивость всех выходных данных объясняется тем, что он занимает порядка 55 % всех вместе взятых исходных компонентов пенобетона (по массе). Таким образом, от колебания фактора x_3 наблюдается сильная вариативность рассматриваемых выходных данных y_1, y_3 и y_5.

Заключение

Переносить полученные результаты на другие типы ячеистых бетонов следует с достаточной осторожностью, наиболее подходящими являются пенобетоны автоклавного твердения с похожим диапазоном распределения плотностей. Тем не менее выявленные зависимости не противоречат известным зависимостям, а некоторые данные подтверждают ранее не рассматриваемые среди исследователей подходы и идеи. Следует отметить, что математические модели, полученные на основе уравнений регрессии, в большинстве случаев применяются только для описания поверхности отклика, а с использованием уравнения множественной регрессии в тандеме с принципом Парето можно более подробно анализировать исследуемые процессы и явления. Исследование планируется про-

должить в области анализа нелинейных уравнений регрессии при моделировании технологических процессов изготовления ячеистых бетонов с более широким охватом средней плотности.

Список литературы

1. Шахова Л.Д. Технология пенобетона. М.: Изд-во АСВ, 2010. 248 с.

2. Стешенко А.Б., Кудяков А.И. Оптимизация технологических приемов приготовления пенобетонной смеси // Актуальные проблемы современности. 2016. № 2 (12). С. 197–203.

3. Попов А.Л., Строкова В.В. Фибропенобетон автоклавного твердения с использованием композиционного вяжущего // Строительные материалы. 2019. № 5. С. 38–44.

4. Местников А.Е., Семенов С.С., Федоров В.И. Производство и применение пенобетона автоклавного твердения в условиях Якутии // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–3. С. 490–494.

5. Пахомов А.П. Применять или не применять принцип Парето на практике? // Вестник РУДН. Серия: Экономика. 2010. № 1. С. 5–12.

6. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. К.: Высш. шк. головн. изд-во, 1989. 328 с.

7. Баженов Ю.М., Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Системный анализ в строительном материаловедении. М.: МГСУ, 2012. 432 с.

8. Местников А.Е., Федоров В.И. Математическое планирование в проектировании состава легкого бетона // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 11. С. 82–87.

УДК 621.65.03

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ВИХРЕВОГО НАСОСА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ РЕШЕТКИ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА

[2]Чубаров Ф.Л., [1]Ефремов К.М., [1]Шитохина О.Г., [1]Голиков А.С.

[1]Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Калуга, e-mail: kirik007750@gmail.com;

[2]Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Калужский филиал, Калуга, e-mail: fedor1966chub@yandex.ru

Неотъемлемую часть практически любого современного производственного оборудования представляют насосы различных конструкций. Одним из таких типов являются насосы, работа которых основана на вихревом эффекте. Способность откачивать газообразную фазу на входе, а также посредством самовсоса, способствует их широкой востребованности. Вихревые насосные агрегаты широко используются в областях промышленного применения с требованиями иметь большой перепад давлений при наличии достаточно малого расхода рабочего тела, в том числе для перекачки наиболее распространенных видов жидких топлив. В данной работе проведено моделирование обтекания вихревого насоса с цилиндрическим ротором при помощи программы ANSYS на различных режимах работы. В исследовании изучалось влияние конструкции отдельных элементов на характеристики насоса. Изучено влияние глубины решетки направляющего аппарата на давление, создаваемое вихревым насосом. Также проведен анализ влияния угла подъема решетки на поток в проточной части насоса. При расчетах учитывалось воздействие глубины отверстий в роторе на основные характеристики насоса. Проведенный анализ полученных результатов показал, что соотношение между высотой канала и диаметром отверстий в роторе, равное единице, является оптимальным в диапазоне изменения давлений от 102,1 до 123,1 кПа.

Ключевые слова: вихревой насос, направляющий аппарат, давление, ANSYS

RESEARCH OF LIQUID FLOW IN THE FLOWING PART OF THE VORTEX PUMP AT DIFFERENT DEPTH OF THE GUIDING LATTICE

[2]Chubarov F.L., [1]Efremov K.M., [1]Shitokhina O.G., [1]Golikov A.S.

[1]Moscow State Technical University N.E. Bauman, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: kirik007750@gmail.com;

[2]Russian State Agrarian University K.A. Timiryazev, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: fedor1966chub@yandex.ru

Pumps of various design is essential part of any modern production equipment. Among pumps is mode of operation based on vortex effect. It is very essential the ability to pump gas phase on the inlet and self-priming for this pumps. The wide application of vortex pump used in requirement of small flow with great pressure difference in industrial application including transit the general liquid fuel types. In this paper has obtained the simulation of flow in vortex pump with cylindrical rotor on various operation range in ANSYS software. This research studied the design impact of separate parts on the pump performance. The impact of lattice in rotor on pump vortex pressure has researched. Also, take in account the effect of lattice lifting angle on the flow in pump channel. Calculation consider the effect of hollow aperture on pump key features. The carried analysis of results show, the optimal dependence between the channel depth and rotor hole is 1 in pressure difference between 102,1 and 123,1 kPa.

Keywords: vortex pump, guiding apparatus, pressure, ANSYS

Насосы различных конструкций являются обязательной частью практически любого современного производственного оборудования. Насосные машины лопастного типа, в том числе работа которых основана на центробежном эффекте, благодаря своим возможностям широко применяются в различных областях человеческой деятельности (например, насосные агрегаты для транспортировки шлама в горных разработках, на заводах по производству строительных материалов) [1, 2].

Появление вихревых насосов вызвано необходимостью забирать воздух из всасывающей трубы, что в некоторой степени решает проблему получения самовсасывающего насоса.

Вихревые насосы широко используются при необходимости создать эффективный напор с относительно небольшой подачей. Возможность их использования в системах заправки топливом обусловливает функция перекачки двухфазных смесей, позволяющая использовать вихревые насосы для перекачки легких жидкостей, таких как бензин и керосин [3].

Самовсасывающей способностью располагает большая часть вихревых насосов. Перемена напора в вихревом насосе слабее воздействует на подачу, чем в центробеж-

ном. Недостатком вихревого насоса считается присутствие при больших мощностях невысокого КПД, не превосходящего в рабочем режиме 45 %. У наиболее распространенных насосов КПД 35–38 % [4].

Для повышения КПД необходимо исследовать течение жидкости. Эту задачу можно выполнить с помощью компьютерного моделирования и специального программного обеспечения для моделирования гидродинамики.

Цель исследования: провести математический эксперимент для определения оптимальных отношений между основными элементами конструкции вихревого насоса и их влиянием на его напорную характеристику при различных соотношениях $h_к/d_0$. Исследования проводились с использованием модулей системы ANSYS.

Насосный агрегат состоит из двух основных частей. Первая – это ротор, который представляет собой цилиндрическое тело вращения с выемками на боковой поверхности в виде цилиндрических отверстий; вторая – корпус, охватывающий ротор, с внутренними стенками, образующими винтовой канал (рис. 1) [5]. В результате математического эксперимента были проведено изучение влияния глубины винтового канала на перепад давления, создаваемый насосом, а также на поведение жидкости в проточной части насоса.

Моделирование перемещения жидкости в проточной части насосного агрегата проводилось в программном комплексе ANSYS.

Материалы и методы исследования

Модель насоса состоит из цилиндрического ротора с отверстиями диаметром 18 мм и глубиной 14 мм на боковой поверхности (внешние габаритные размеры: диаметр D 189 мм и длина 160 мм) и корпуса, представленного цилиндрической фигурой вращения с винтовым внутренним каналом (габаритные размеры: внешний диаметр D_2 251 мм и длина 240 мм).

Количество оборотов ротора постоянно и равно 50 Гц. Соотношения между элементами конструкции принимались следующими: $h_к/d_0 = 1{,}25$; $h_к/d_0 = 1$; $h_к/d_0 = 0{,}75$; $h_к/d_0 = 0{,}5$. Рабочее тело, прокачиваемое через насос, – вода. Давление на входе равно 101 304 Па (рис. 2).

В системе твердотельного моделирования SolidWorks были построены необходимые 3D-модели исследуемого агрегата с различным соотношением $h_к/d_0$.

В ходе математического эксперимента были исследованы изменение давления, формируемого вихревым насосом, а также формирование линий тока в проточной части при заданных соотношениях $h_к/d_0$ с применением модуля моделирования течения жидкости ANSYS.

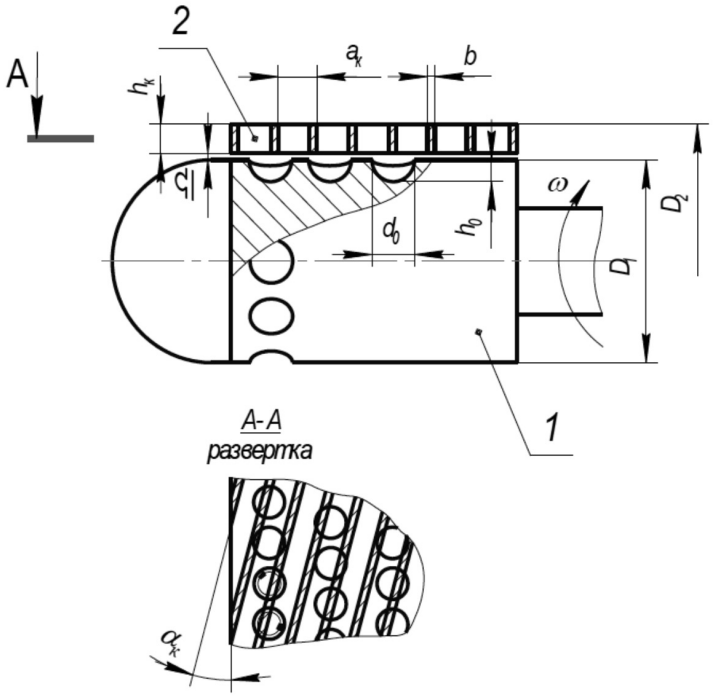
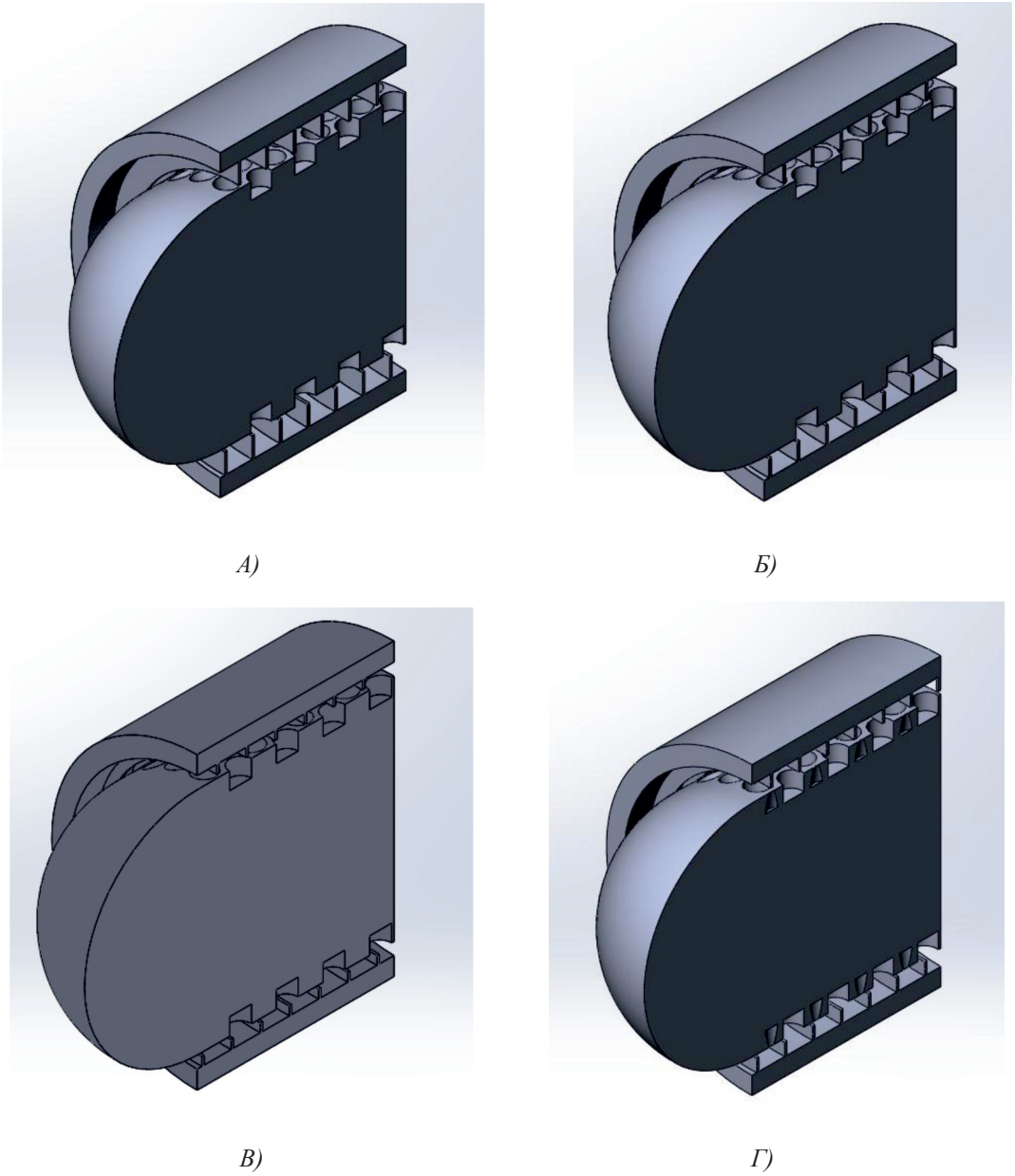


Рис. 1. Схема гидравлической машины с вихревым эффектом: 1 – цилиндрический барабан; 2 – винтовые каналы



А) *Б)*

В) *Г)*

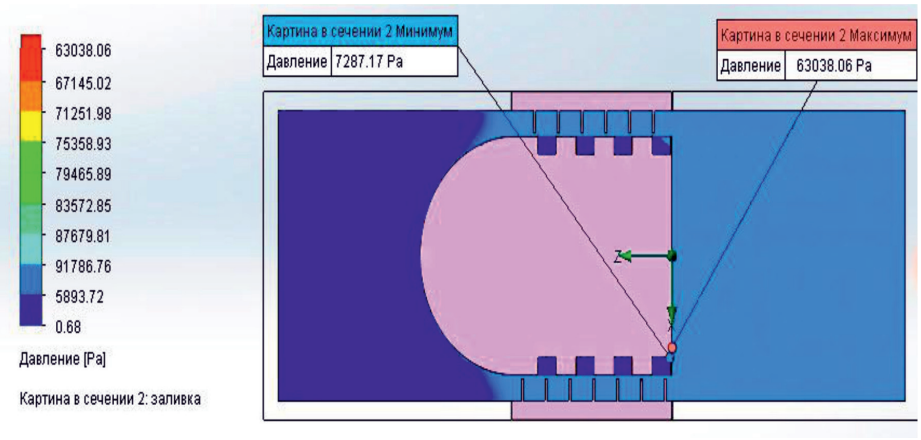
Рис. 2. 3D-варианты модели проточной части насосного агрегата отношениях глубины канала к поперечнику отверстий для всех вариантов исследований $h_к/d_0$: А – 1,25; Б – 1; В – 0,75; Г – 0,5

Результаты исследования и их обсуждение

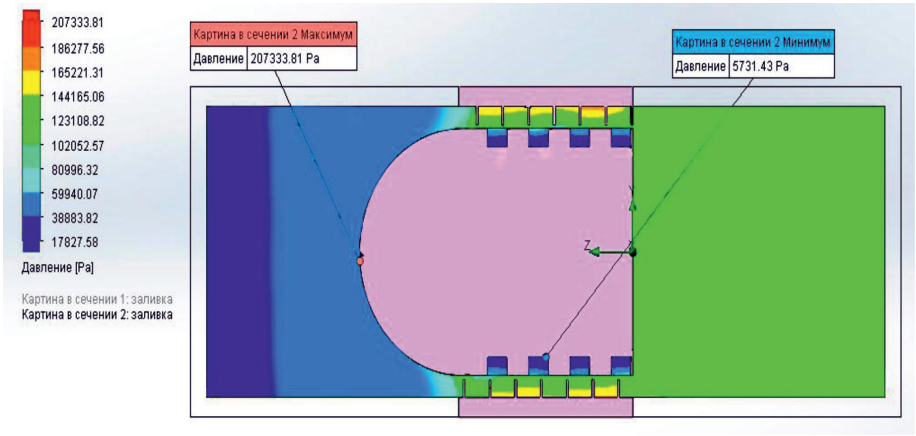
На рис. 3 приведены распределения давлений, полученные при моделировании движения жидкости через ротор с различным соотношением $h_к/d_0$. При соотношении $h_к/d_0 = 1,25$ давление на выходе из насоса изменяется в диапазоне от 5,9 кПа до 91,7 кПа (рис. 3, А), при соотношении $h_к/d_0 = 1$ давление на выходе из насоса лежит в диапазоне от 102,1 кПа до 123,1 кПа (рис. 3, Б), при соотношении $h_к/d_0 = 0,75$ давление на выходе из насоса лежит в диапазоне от 96,8 кПа до 116,2 кПа (рис. 3, В), при соотношении $h_к/d_0 = 0,5$ давление на выходе из насоса лежит в диапазоне от 84,1 до 112,1 кПа (рис. 3, Г).

На рис. 4 представлены линии тока в проточной части насоса. При соотношении $h_к/d_0 = 1,25$ и $h_к/d_0 = 1$ (рис. 4, А и 4, Б) создается устойчивый направленный поток жидкости на входе в насос. Также стоит отметить, что при соотношении $h_к/d_0 = 1$ поток на выходе более закручен по сравнению с соотношением $h_к/d_0 = 1,25$.

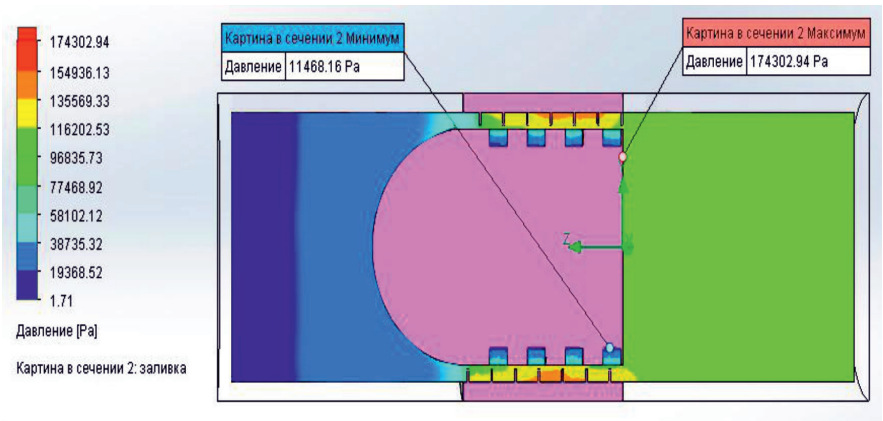
Винтовые решетки при соотношении $h_к/d_0 = 0,75$ и $h_к/d_0 = 0,5$ (рис. 4, В и 4, Г) не создают устойчивого направленного потока жидкости на входе в насос, но при соотношении $h_к/d_0 = 0,75$ сохраняется закрученный поток жидкости на большем протяжении, чем при соотношении $h_к/d_0 = 0,5$.



А)

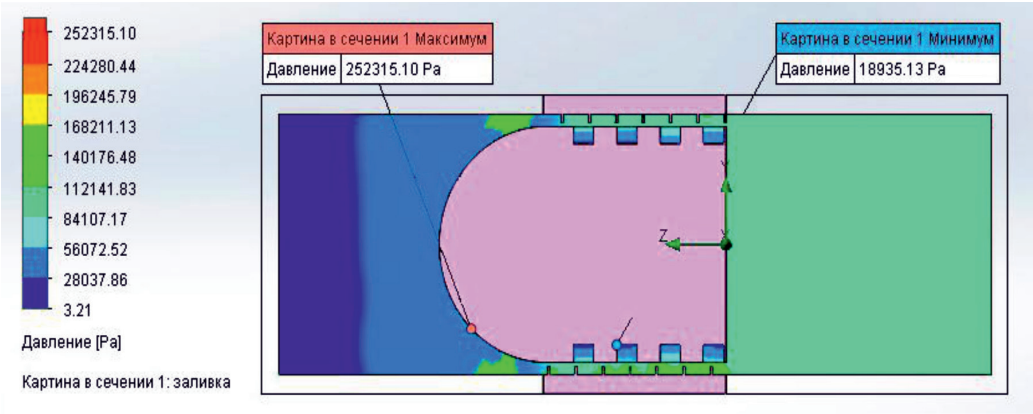


Б)



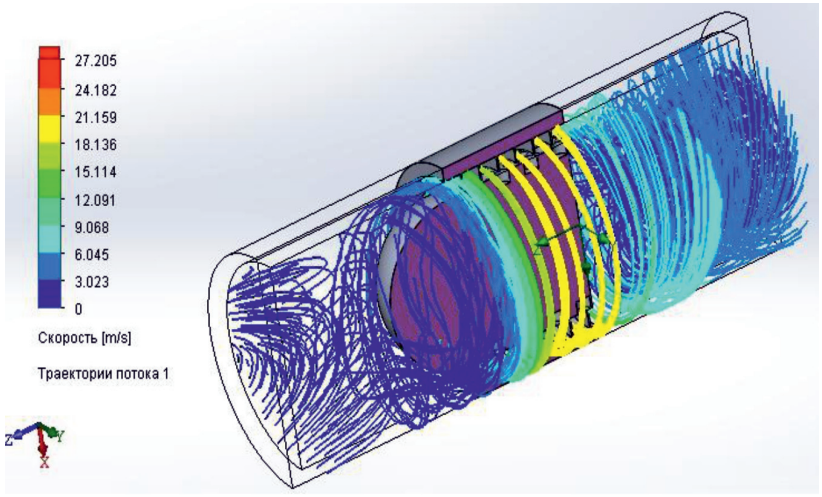
В)

Рис. 3. Распределения давлений при различных $h_к/d_0$: А – 1,25; Б – 1; В – 0,75; Г – 0,5 (начало рисунка)

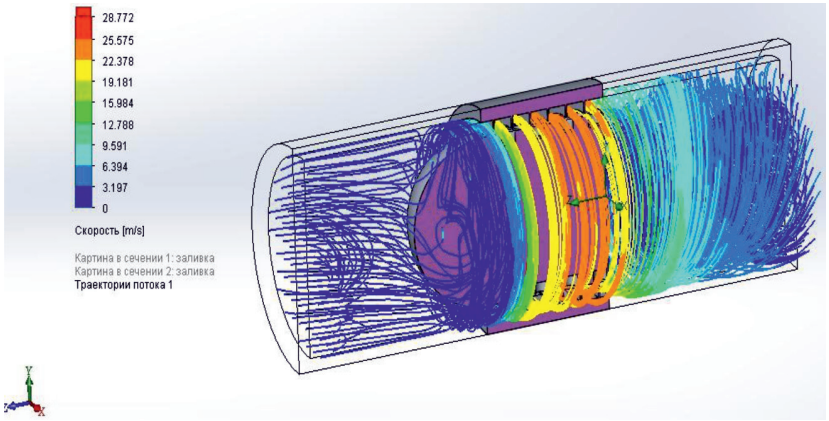


Г)

Рис. 3. Распределения давлений при различных $h_к/d_0$: А – 1,25; Б – 1; В – 0,75; Г – 0,5 (окончание рисунка)

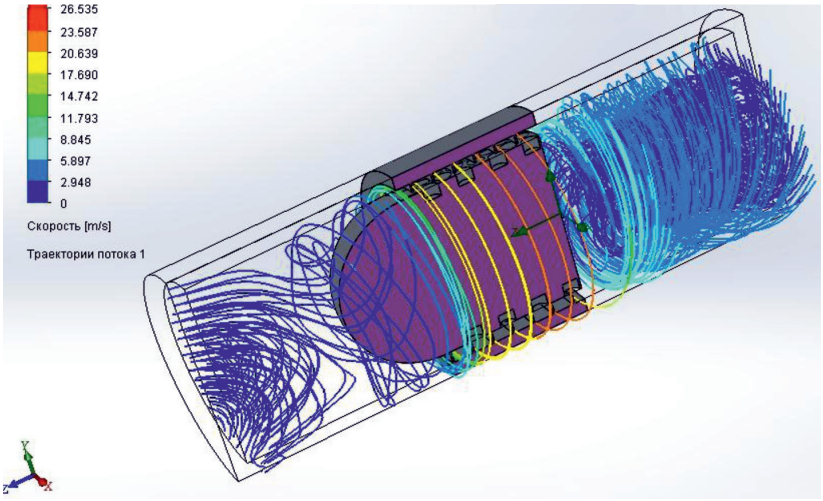


А)

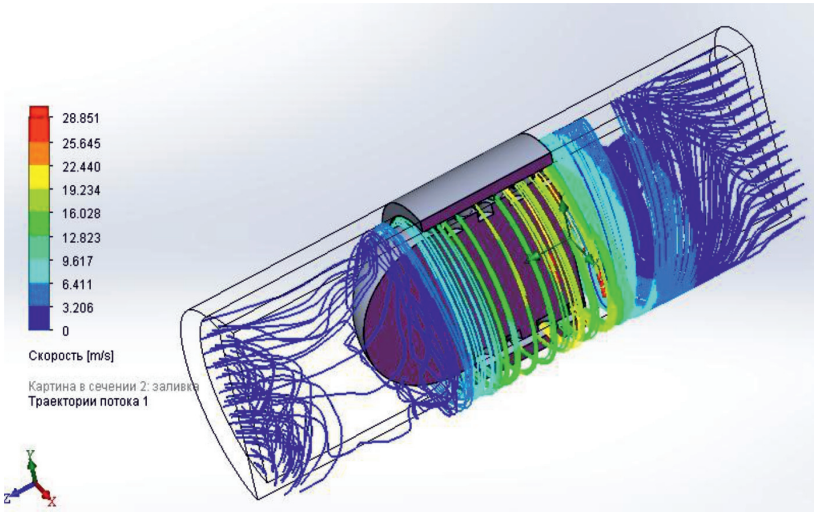


Б)

Рис. 4. Линии тока при различных $h_к/d_0$: А – 1,25; Б – 1; В – 0,75; Г – 0,5 (начало рисунка)



В)



Г)

Рис. 4. Линии тока при различных $h_к/d_0$: А – 1,25; Б – 1; В – 0,75; Г – 0,5 (окончание рисунка)

Выводы

Результаты моделирования движения жидкости в вихревом насосе показывают, что соотношение $h_к/d_0 = 1$ является наиболее подходящим, давление на выходе из насоса выше, чем при других значениях $h_к/d_0$, и находится в диапазоне от 102,1 кПа до 123,1 кПа, создавая устойчивый направленный поток жидкости на входе в насос и на выходе, с большей закруткой потока, по сравнению с соотношениями $h_к/d_0 = 1,25$, $h_к/d_0 = 0,75$ и $h_к/d_0 = 0,5$.

Список литературы

1. Чубаров Ф.Л., Акименко Д.А., Сизов А.Н., Никитин А.В. Разработка математической модели клапана-захлопки для оптимизации его демпфирования при закрытии // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 6. С. 119–125.

2. Алексеенко С.В., Куйбин П.А., Окулов В.Л. Введение в теорию концентрированных вихрей. Новосибирск: ИТ СО РАН, 2003. 504 с.

3. Аракелян С.М., Бухаров Д.Н., Абрахин С.И., Кучерик А.О. Методы вычислительной гидродинамики в расчетах движения жидкости в системах со сложной топологией: учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. 99 с.

4. Анкудинов А.А., Волчкова Е.В. Автоматизированное проектирование вихревой ступени насоса с цилиндрическим ротором и винтовым каналом: учебное пособие. Калуга: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2019. 24 с.

5. Насос: А.с. 1724941 РФ / Лысенко Л.В., Анкудинов А.А., Зотов Б.Н. Заявл. 04.06.91; опубл. 15.01.94.

СТАТЬИ

УДК 377.5

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОГРАММИСТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Асейнова Ф.Э., Хрисанова Е.Г.

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, Чебоксары, e-mail: firayaeskhatovna@mail.ru, elenka0304@gmail.com

В данной статье авторы рассматривают основные вопросы и задачи цифровизации профессионального образования. Актуальность исследования данной проблемы обусловлена тем, что в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» система среднего профессионального образования направлена на формирование интеллектуального, культурного и профессионального навыков человека и нацелена на подготовку квалифицированных рабочих и специалистов среднего звена по всем основным направлениям общественно полезной деятельности согласно потребностям общества и государства, а также удовлетворение потребностей личности в углублении и расширении инновационных технологий в обучении; направлена на реализацию цифровизации образования. В связи с этим статья посвящена рассмотрению возможных трудностей реализации цифровизации образования и вариантов их решения. Описаны проблемы, с которыми столкнулась система образования России сегодня при возникновении острой необходимости во введении цифровых ресурсов в образование, связанное с переходом на дистанционное обучение всех образовательных учреждений России в связи с эпидемией COVID-2019 и введением карантина. Рассматриваются возможности решения этих проблем. Для выявления эффективности внедрения информационно-цифровых технологий в образовательный процесс авторами проведен эксперимент, результаты которого описываются в данной статье.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, цифровые ресурсы, цифровизация образования, цифровая грамотность, среднее профессиональное образование, профессиональная подготовка, программирование, дистанционное обучение, сервисы, платформы, трансформация

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL TRAINING OF PROGRAMMERS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

Aseynova F.E., Khrisanova E.G.

I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, e-mail: firayaeskhatovna@mail.ru, elenka0304@gmail.com

In this article, the authors consider the main issues and challenges of digitalization of professional education. The relevance of the study of this problem is due to the fact that in accordance with the Federal law «on education in the Russian Federation», the system of secondary vocational education is aimed at the formation of intellectual, cultural and professional skills of a person and is aimed at training qualified workers and middle-level specialists in all major areas of socially useful activities in accordance with the needs of society and the state, as well as meeting the needs of individuals in deepening and expanding innovative technologies in training, aimed at implementing the digitalization of education. In this regard, this article is aimed at considering possible difficulties in implementing digitalization of education and options for their solution. The article describes the problems faced by the Russian education system today when there is an urgent need to introduce digital resources in education related to the transition to distance learning in all educational institutions in Russia in connection with the spread of the COVID-2019 epidemic and the introduction of quarantine. The possibilities of solving these problems are considered. To identify the effectiveness of the introduction of information and digital technologies in the educational process, the authors conducted an experiment, the results of which are described in this article.

Keywords: digitalization, digital technologies, digital resources, digitalization of education, digital literacy, secondary vocational education, professional training, programming, distance learning, services, platforms, transformation

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» система среднего профессионального образования направлена на формирование интеллектуального, культурного и профессионального навыков человека и нацелена на подготовку квалифицированных рабочих и специалистов среднего звена по всем основным направлениям общественно полезной деятельности согласно потребностям общества и государства, а также удовлетворение потребностей личности в углублении и расширении инновационных технологий в обучении в рамках реализации цифровизации образования [1].

Разработанные на основе Майского указа Президента РФ национальные проекты включают ряд предложений, ориентирован-

ных на повышение качества и доступности образования на всех уровнях: от дошкольного и школьного до профессионального, высшего и дополнительного. А именно, национальный проект «Образование» содержит несколько федеральных проектов, прямо направленных на реализацию этих целей. Начиная с общего образования, важная роль отдается широкому применению подходов, основанных на инновационных цифровых, информационно-коммуникационных технологиях. Еще более значимы эти технологии в подготовке специалистов в системах высшего и среднего профессионального образования.

Цель исследования заключается в том, чтобы экспериментально доказать эффективность применения цифровых технологий в профессиональной подготовке обучающихся образовательных учреждений среднего профессионального образования.

Материалы и методы исследования

Для выявления эффективности внедрения информационно-цифровых технологий в образовательный процесс проведен эксперимент, в котором приняли участие студенты третьего курса направления подготовки «Программист» Чебоксарского электромеханического колледжа Минобразования Чувашии [2]. В целях диагностики эффективности проводимой работы применялись тестирование и методы математической обработки данных.

По данным исследования Yandex и «Нетологии», в современном социуме возникает устойчивый и повышающийся интерес на приобретение новых знаний и компетенций с помощью онлайн-курсов. В результате совместно проведенного этими компаниями исследования выяснилось, что средняя стоимость, оплаченная россиянами за онлайн-курсы, тренинги, коучинги и мастер-классы в интернете, каждый год растет более чем на 20 %, а оборот рынка онлайн-образования – более чем на 60 %. Но при этом возникает острая потребность сформулировать определенные общие и понятные пользователю стандарты качества, разработать систему контроля и оценки образовательного контента – с помощью экспертного сообщества, работодателей и самих слушателей онлайн-курсов.

Результаты исследования и их обсуждение

Инновации в образовании предполагают внедрение ранее не используемых подходов, методик и технологий в процессы воспитания и обучения. Современную образовательную систему невозможно представить без использования в процессе обучения и воспитания разных видов цифровых образовательных ресурсов. Цифровая образовательная среда совершила полный переворот в традиционной системе обучения. В настоящее время цифровые платформы являются незаменимым компонентом образования, предоставляющим необходимую образовательную ступень, а цифровое обучение указом Президента РФ признано приоритетной задачей. Применение информационных технологий представляется возможным на любом этапе обучения: при мониторинге домашней работы, при освоении нового материала, его повторении, закреплении, на обобщающих занятиях, для контроля полученных знаний и т.д. [3].

Согласно нормативно-правовым документам, осуществление цифровизации системы высшего и среднего профессионального образования должно иметь целью оказание доступности всем участникам образования цифровых или информационных средств и введение информационно-цифровых технологий в процесс образования.

С точки зрения становления цифровизации учебного заведения среднего профессионального образования, колледж должен акцентировать внимание на автоматизировании процессов образования и воспитания для увеличения их продуктивности путем перераспределения средств в реальной и виртуальной сфере образовательного учреждения. Основной акцент цифровизации необходимо направить на повышение эффективности этих процессов посредством увеличения уровня применения в них разнообразных цифровых образовательных ресурсов [4].

Таким образом, можно отметить некоторые задачи цифровизации образовательной системы учреждения среднего профессионального образования:

1) непринужденное внедрение информационно-цифровых средств в процесс образования и воспитания;

2) овладение навыками использования информационно-цифровых ресурсов в образовательной деятельности преподавателями;

3) реализация свободного доступа к цифровым ресурсам для коллегиального пользования и их доступности в облачных системах;

4) предоставление прогрессивной среды роста посредством введения цифровых технологий в деятельность учреждения;

5) оказание консультаций по профессиональной эксплуатации цифровых и облачных технологий с неограниченными ресурсами;

6) обеспечение эффективности и роста мотивации к профессиональному использованию преподавателями и студентами цифровых ресурсов;

7) диссеминация опыта по применению цифровых и облачных технологий сотрудниками образовательного учреждения.

К основным трудностям реализации цифровизации среднего профессионального образования можно отнести:

– финансово-экономические риски: рост финансовых потребностей для закупки современного оборудования, программного обеспечения, закупка актуальных экземпляров электронных изданий;

– организационно-управленческие трудности: некорректное распределение управленческих задач деятельности учебного заведения может быть обусловлено низким качеством выполнения задач, отступлением от намеченных сроков реализации запланированных мероприятий;

– нормативно-правовые риски: корректировки нормативно-правовой документации вызовут надлежащие поправки в локальных актах и в деятельности образовательного учреждения.

С трудностями внедрения цифровизации российское образование столкнулось уже сегодня. Острая необходимость во введении цифровых ресурсов в образование возникла при переходе всех образовательных учреждений России на дистанционную форму обучения в связи с эпидемией COVID-2019 и введением карантина. На практике выяснилось, что около 40% образовательных учреждений России не в состоянии обеспечить для студентов удаленный доступ к учебным ресурсам, а 70% преподавателей не представляют, как организовать свою деятельность и работу обучающихся.

В связи с данной ситуацией многопрофильным аналитическим центром НАФИ был проведен опрос среди педагогов, работающих в российских учебных заведениях. Результат опроса показал, что две трети преподавателей (68%) полагают, что система российского школьного и профессионального образования оказалась не готова к переходу на дистанционное обучение в условиях пандемии, и лишь четверть (24%) считают, что школы и педагоги к переходу готовы. Главная проблема неготовности, как отмечают педагоги, это недостаточное техническое оснащение их образовательной организации. Большинство (61%) оценили его на три балла по пятибалльной системе, и только 15% заметили, что их организация оборудована в достаточной степени.

Опрошенные педагоги отмечают, что большинство обучающихся не могут заниматься дистанционно либо из-за отсутствия технических средств, либо из-за отсутствия навыков пользования цифровыми инструментами.

Для решения трудностей цифровизации образования Россия и другие страны, которых сегодня коснулась эпидемия, занимаются разработкой целостных системных стратегий образования, которые позволят педагогам добиться высоких результатов обучения не только во время эпидемии, но и быть готовыми к предстоящим переменам, которые ожидают систему образования после окончания всемирного карантина.

Как правило, любой кризис рождает не только проблемы, но и возможности нового, более эффективного действия. По прогнозам экспертов всего мира, система образования после карантина будет предполагать совсем не полный переход на дистанционное взаимодействие, а активное использование как удаленного режима образования, так и цифровых технологий в целом, как компонента традиционной модели обучения, что позволит заметно увеличить качество образования и вовлеченность обучающихся в образовательный процесс. Но такой процесс трансформации образования с достаточно надежным качеством в новых условиях требует систематической перестройки и немалых инвестиций.

Необходимо отметить, что все эти инвестиции оправданы и действительно крайне необходимы, так как, по прогнозам экспертов «WorldSkills Russia», к 2030 г. дефицит рабочих кадров окажется больше 1,4 млрд чел. в мире и это, естественно, отразится на мировой экономике, ведь убыток от несоответствия квалификации кадров требованиям рынка труда достигнет 5 трлн долл. И это касается не только выпускников высших и средних профессиональных образовательных учреждений. Изменения, имеющие пагубные последствия, коснутся представителей всех возрастных категорий, в первую очередь людей, уже получивших образование.

С учетом вышесказанного был проведен эксперимент на базе Чебоксарского электромеханического колледжа Минобразования Чувашии, в котором участвовали студенты третьего курса направления подготовки «Программист». В образовательную деятельность группы Ип1-17 (экспериментальная группа) были внедрены всевозможные информационно-цифровые ресурсы: интернет-сервисы, электронная библиотека колледжа, мобильные устройства, системы дистанционного (перевернутого) обучения, системы контроля знаний и т.д.

Для определения начального уровня знаний будущих программистов и возможности их взятия в качестве контрольных и экспериментальных был проведен предэкспериментальный срез. Было выявлено, что выбранные группы показывают предельно близкие результаты, что предоставляет возможность определить эту пару групп в качестве экспериментальных и контрольных испытуемых.

По прохождению половины курса в соответствии с экспериментальной технологией в экспериментальных группах была проведена текущая аттестация в форме тестирования. Полученные данные свидетельствовали о повышении уровня как теоретической, так и практической подготовки обучающихся и повышении их успеваемости в целом по сравнению с обучающимися контрольной группы.

В процессе исследования применялись методы статистической обработки полученных данных, в том числе двухвыборочный t-критерий Стьюдента [5]. Итоги математических расчетов предэкспериментального среза представлены в табл. 1.

Как видно из таблицы, медиана и среднее арифметическое отличаются незначительно. Исходя из этого, можно сделать вывод, что данные имеют нормальное распределение.

Рассмотрим результаты промежуточного среза, показанные в табл. 2.

Уподобляя полученные значения медианы и среднего арифметического по табл. 2, также можно заметить, что показатели незначительно отличаются. Исходя из этого, можно сделать вывод, что задача оценки различий двух групп независимых наблюдений может решаться с использованием критерия Стьюдента.

Для дальнейшего анализа выдвигаем гипотезы:

H_0 – различия сравниваемых величин статистически не значимы;

H_1 – имеет место статистическая значимость различий между сравниваемыми величинами.

Статистика критерия для случая несвязанных, независимых выборок равна

$$t_{эмп} = \frac{x - y}{\delta_{x-y}}, \quad (1)$$

где $\bar{x}$, $\bar{y}$ – среднее арифметическое в экспериментальной и в контрольной группах,

$$\delta_{x-y} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2 + \sum (y_i - y)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \quad (2)$$

– стандартная ошибка разности средних арифметических.

Подставляя исходные данные в формулы (1) и (2), получаем следующие значения:

$$\delta_{x-y} = \sqrt{\frac{82{,}766 + 85{,}478}{25 + 23 - 2}} \left(\frac{1}{25} + \frac{1}{23} \right) = 0{,}16,$$

$$t_{эмп} = \frac{12{,}71 - 10{,}21}{0{,}16} = 15{,}63.$$

Число степеней свободы будет равно $k = n_1 + n_2 - 2 = 25 + 23 - 2 = 46$.

Табличное значение $t_{крит} = 2{,}013$ при допущении возможности риска сделать ошибочное суждение в пяти случаях из ста ($\alpha = 5\%$ или 0,05). Сопоставляем эмпирическую величину t с табличным значением с учетом степеней свободы: $t > t_{крит}$.

Таблица 1

Результаты математических подсчетов предэкспериментального среза

	Число единиц наблюдения (m)	Средний балл ($\bar{x}$)	Медиана (Me)	Среднее квадратичное отклонение (δ)	Коэффициент вариации (Cv)	Средняя ошибка средней арифметической
ЭГ	25	10,21	10	2,14	19,46%	0,44
КГ	23	12,71	13	1,97	15,63%	0,42

Таблица 2

Результаты математических подсчетов промежуточного среза

	Число единиц наблюдения (m)	Средний балл ($\bar{x}$)	Медиана (Me)	Среднее квадратичное отклонение (δ)	Коэффициент вариации (Cv)	Средняя ошибка средней арифметической
ЭГ	25	11,32	12	2,02	17,34%	0,41
КГ	23	12,887	13	1,97	15,63%	0,42

Обработка результатов промежуточного контроля показала следующее:

$$\delta_{x-y} = \sqrt{\frac{97,76 + 69,913}{25 + 23 - 2}\left(\frac{1}{25} + \frac{1}{23}\right)} = 0,16,$$

$$t_{эмп} = \frac{12,89 - 11,32}{0,16} = 9,8.$$

Следовательно, $t > t_{крит}$, что позволяет сделать заключение о возможности принятия альтернативной гипотезы (H_1) о том, что обучающиеся экспериментальной группы имеют более высокий уровень знаний и об эффективности экспериментального варианта обучения, основанного на применении цифровых ресурсов.

Заключение

Таким образом, исследование показало, что внедрение информационно-цифровых ресурсов обеспечивает более высокий уровень знаний обучающихся. Исходя из результатов эксперимента, делаем вывод, что необходимо внедрять в обучение новые методики, которые способствуют повышению качества обучения студентов. Нет сомнений в том, что цифровые технологии не заменят педагога и живое общение, но сейчас ситуация такова, что в ближайшее время альтернативы дистанционному обучению нет. Трудностей, технических и организационных, много, но образовательные организации, педагоги, родители и обучающиеся заинтересованы в их преодолении.

Российская система образования достойно показала себя в короткий период кризиса, мгновенно и максимально безболезненно адаптировавшись к новым обстоятельствам. Но для дальнейшего выстраивания надежной системы образования (обучения, воспитания, социальной заботы) в сложившихся условиях требуется серьезная поддержка. Образовательным организациям требуются финансовые ресурсы для получения доступа к образовательному контенту, которые в большинстве случаев предоставляются коммерческими организациями. Бесплатных современных цифровых сервисов, где есть необходимый интерактив, возможность получения обратной связи, качественный мониторинг и анализ больших данных, к сожалению, абсолютно недостаточно. Школам, колледжам и вузам нужны финансовые средства на устойчивый и скоростной интернет. Обучающимся из малообеспеченных семей, учителям и преподавателям нужны мощные компьютеры, прочая необходимая техника и финансы на оплату интернета. А больше всего требуется срочное серьезное повышение квалификации всех педагогов и управленцев системы образования. Педагоги должны обладать современными компетенциями реализации новой образовательной модели, рождающейся с течением сложившихся обстоятельств. Также существует труднейшая задача: требуется финансирование для проведения важных экзаменов, итоговых аттестаций в удаленном режиме. Но и эта проблема решаема. Наконец, необходима стартовая финансовая поддержка отечественным технологическим компаниям на разработку действительно востребованных, актуальных, функциональных, интересных, интерактивных, адаптивных образовательных ресурсов и сервисов. Передовые школы, колледжи, институты должны стать площадками апробации и распространения новой образовательной модели. Вся эта трансформация образования должна происходить системно и быстро. Требуется понятная всему обществу и профессионалам перспективная стратегия, которая не представляется возможной без основательной подготовки, инвестирования в эффективные технологические решения, переподготовку преподавателей.

Список литературы

1. Ястребцева Е.Н. 33 совета по применению в библиотеке Интернета. М.: Библиомир, 2015. 224 с.

2. Гимранова Ф.Э. Экспериментальная апробация программного комплекса на основе интернет-сервисов для обучения программированию студентов учреждений среднего профессионального образования // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2018. № 3 (99). С. 163–170.

3. Федеральный закон РФ от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 12.08.2020).

4. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Электронный научно-публицистический журнал «Homo Cyberus». 2019. № 1 (6). [Электронный ресурс]. URL: http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019 (дата обращения: 12.08.2020).

5. Софронова Н.В. Введение в педагогическое исследование: учебное пособие для студентов, обучающихся по педагогическому направлению бакалавриата. Чебоксары: Перфектум, 2015. 241 с.

УДК 37.017.4

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕДАГОГОВ КАЗАХСТАНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ (РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)

Аушева И.У., Кабдыкаримова Ж.Ж., Рамазанов Р.Г.

Центр педагогического мастерства АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», Астана, e-mail: ausheva-irina@mail.ru

Вынужденный переход общеобразовательных организаций в режим дистанционного обучения актуализировал широкий спектр проблем: организационных, методических, психологических и других. В сложившейся ситуации важны не только оперативность решений, но и своевременная рефлексия происходящего, основанная на достоверных результатах исследования. В статье отражены результаты двух мониторинговых исследований профессионального потенциала педагогов ведущих школ, выполняющих роль механизма оказания методической помощи и поддержки школам регионов в условиях дистанционного обучения. Исследования проведены в начале и по завершении четвертой четверти прошедшего учебного года, что позволило не только получить данные по предварительно разработанным параметрам, но и проследить динамику произошедших изменений. Ключевыми параметрами исследований определены: ресурсное обеспечение, опыт онлайн-коммуникации, ИКТ-компетенции, профессиональное развитие и затруднения педагогов в процессе дистанционного обучения. Мониторинговые исследования проведены в форме опроса, в котором приняли участие руководители и учителя всех ведущих школ страны (1049 учебных заведений), с охватом респондентов свыше 18 000 педагогических работников. Полученные данные были систематизированы и позволили определить приоритеты, тематическую направленность, формы и регламент оказания методической поддержки педагогам ведущих школ по наиболее актуальным проблемам.

Ключевые слова: ведущие школы, профессиональный потенциал, дистанционное обучение, ИКТ-компетенции, методическая поддержка

PROFESSIONAL CAPACITY OF KAZAKHSTANI TEACHERS UNDER DISTANCE EDUCATION (THE RESULTS OF MONITORING STUDY)

Ausheva I.U., Kabdykarimova Zh.Zh., Ramazanov R.G.

Center of Excellence Nazarbaev Intellectual Schools AEO, Astana, e-mail: ausheva-irina@mail.ru

A wide range of problems – organizational, methodical, psychological and others compelled general education organisations to move to distance-learning mode. In the current situation, it is important not only to make decisions quickly, but also to reflect the situation in a timely manner, based on reliable research results. This article reflects the results of two monitoring studies of the professional capacity of Leading Schools teachers, which serve as a mechanism for providing methodological assistance and support to regional schools in the context of distance-learning mode. The studies were carried out at the beginning and at the end of the fourth quarter of the last academic year, which made it possible not only to obtain data on the preliminary parameters but also to track the evolution of the changes that have taken place. The key parameters of the research are resources, online communication experience, ICT competence, professional development, and difficulties of teachers in the process of distance work. The monitoring studies were carried out in the form of a survey conducted with the participation of principals and teachers from all the Leading Schools in the country – 1,049 – and with the participation of more than 18,000 teachers. The data obtained have been systematized and have made it possible to define priorities, thematic focus, forms and rules for providing methodological support to teachers in the Leading Schools on the most pressing problems.

Keywords: Leading Schools, professional capacity, distance-learning mode, ICT competence, methodical support

Анализ научно-практических исследований, посвященных эффективности дистанционного обучения, показывает неоднозначность в ее оценке. Сторонники, говорящие о негативных последствиях и потерях, которые понесли дети в условиях дистанционного обучения (ДО), ссылаются на результаты исследований, посвященных «летним потерям». Приверженцы данной точки зрения утверждают о потере знаний, которая может быть сопоставима с потерей знаний в период летних каникул. Согласно результатам исследований [1, 2] школьники из семей с низким доходом отстают от школьников из семей среднего класса на 3,5 месяца учебного года. Вместе с тем существует ряд исследований [3, 4], подтверждающих, что в условиях технологически обеспеченного и грамотно выстроенного дистанционного обучения потерь для учащихся может и не быть. При этом исследователи указанных направлений сходятся во мнении, что решающими факторами, от которых зависит эффективность ДО, являются: *ресурсы, условия преподавания и обучения, возможности школ.*

Цель исследования: указанные факторы определили фокус мониторинговых исследований, проведенных Центром педагогического мастерства в начале (март

2020 г.) и по завершении IV четверти (июнь 2020 г.) прошедшего учебного года – отследить динамику изменений, произошедших в ведущих школах. Параметрами отслеживания избраны: *ресурсное оснащение; ИКТ-компетенции педагогов; опыт онлайн-коммуникации в ведущих школах; влияние дистанционного обучения на достижения учеников; профессиональные проблемы и потребности руководителей и учителей ведущих школ.*

Материалы и методы исследования

В каждом исследовании принимали участие все 1049 ведущих школ, выполняющих роль механизма, содействующего успешности обновления содержания среднего образования в Казахстане. Общий охват респондентов составил свыше 18 000 педагогов. Исследования проведены методом анкетирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Общий вывод по итогам первого исследования показал, что переход общеобразовательных организаций на ДО оказался по многим параметрам непростым. На сложность перехода наиболее существенно повлияли два фактора: стремительность перехода и категоричность сложившейся ситуации, не допускающая выбора или возможности комбинировать дистанционное обучение с традиционным. Ожидаемо, что в процессе быстрого перехода на ДО большой проблемой стали электронные ресурсы и ИКТ-компетенции педагогов. Но, несмотря на то, что они являются важнейшим условием реализации ДО, в общем рейтинге проблем они занимают четвертую позицию.

Для более чем 85,0% респондентов ключевой стала проблема использования уже привычных и успешно апробированных методик, навыков и компетенций в новых условиях. Известный канадский исследователь Майкл Фуллан обращает внимание на то, что даже в относительно простых случаях почти все перемены ценностей в образовании требуют новых умений, нового поведения и новых убеждений [5].

Первые две недели ДО привели к тому, что, минуя сложности, большинство учителей стали применять самые простые способы организации обучения по схеме «*предоставление нового материала – контроль*» и онлайн-уроки с использованием инструментов видеоконференц-связи.

Второй по актуальности проблемой стало оценивание учебных достижений учеников: 45,4% считают, что объективное оценивание было затруднительным либо вообще невозможным.

Третью позицию занимает проблема эмоционально-психологического состояния не только руководителей школ и учителей, но и учеников и их родителей. Около 12,0% педагогов весь период дистанционного обучения испытывали беспокойство, неуверенность в его эффективности, а также неуверенность в своих силах. К этому добавлялось негативное отношение к ДО родителей учеников. С целью сопоставления и отслеживания динамики изменений по указанным проблемам параметры первого исследования были сохранены в процессе проведения второго этапа.

Ресурсное оснащение. Образовательные платформы, приложения/сервисы.

На протяжении всей IV четверти предпочтения в выборе образовательной платформы особых изменений не претерпели: лидерами были и остались: Bilim Land, Google Classroom и электронный портал школы, а в перечне приложений/сервисов – WhatsApp. В оценивании актуальности содержания и практической пригодности названных ресурсов удовлетворение выразила лишь одна треть респондентов (30,2%); 69,8% уверены в том, что все перечисленные технические ресурсы нуждаются в улучшениях. Причем, по мнению 23,2% респондентов, в серьезных улучшениях.

ИКТ-компетенции педагогов ведущих школ. Оценка уровня ИКТ-компетенций респондентов осуществлялась на основе руководства по профессиональной подготовке и повышению квалификации учителей в области использования ИКТ в образовательном процессе, разработанного ЮНЕСКО [6]. Предложенная в данном руководстве шкала оценивания предполагает три уровня ИКТ-компетенций: от простого «*Получение знаний*» до наивысшего «*Создание знаний*». Дважды респонденты оценивали свой стартовый уровень ИКТ-компетенций. В первом исследовании констатировали имеющийся уровень на начальном этапе, а во втором – сопоставили стартовый уровень собственных ИКТ-компетенций с тем уровнем, к которому они пришли по завершении учебного года. При различиях в цифровых данных, результаты двух исследований объединяет единая тенденция: в среднем свыше 40,0% педагогов обладали базовым уровнем, позволяющим им осуществлять лишь элементарные операции. Менее 1/3 респондентов оценивали свой уровень ИКТ-компетенций как достаточный для выполнения задач: *создавать цифровую учебную среду; разрабатывать учебные ресурсы; использовать ИКТ для*

развития у учащихся критического мышления, навыков самообразования и т.д.

Уровень ИКТ-компетенций по завершении IV четверти. Несмотря на то, что 22,4% педагогов не смогли повысить уровень ИКТ-компетенций на протяжении всего периода дистанционного обучения, динамика позитивных изменений очевидна: доля педагогов, достигших оптимального уровня, возросла от 21,7% до 41,4%.

Опыт онлайн-коммуникации в ведущих школах. Современные научно-практические исследования позволяют говорить о важности социального потенциала педагогов в достижении успешности обучения учеников. М. Фуллан отмечает, что профессиональная изоляция учителей ограничивает доступ к новым идеям, приводит к накоплению стресса, не дает увидеть успех, вредит ученикам и самим учителям [5]. Уровень онлайн-коммуникации в ведущих школах в рамках педагогических/методических советов, а также в режиме личного взаимодействия исследовался в обоих исследованиях. Результаты показали очевидные позитивные изменения в регламенте их проведения. Вместе с тем для 40,3% респондентов общение с коллегами стало затруднительным. В целом 68,3% респондентов признают высокую степень полезности проведения педагогического/методического советов в онлайн-формате по обобщению лучшего опыта коллег. Остальная доля педагогов (31,7%), понимая важность подобного рода мероприятий, не нашли в них пользы в силу формального проведения.

Влияние дистанционного обучения на достижения учеников. По мнению около 40,0% респондентов, ДО способствовало повышению показателей качества обучения учеников, хотя 16,3% вынуждены были признать, что качество заметно снижено. О полном выполнении учебной программы по дисциплинам учебного плана говорят около 80,0% респондентов; явную позитивную динамику в достижении прогнозируемых результатов по итогам IV четверти выявили 88,7% респондентов. Доля педагогов, преподающих в старших классах дисциплины Единого национального тестирования (ЕНТ) и принявших участие в опросе, составила 51,2%. Из числа данной категории респондентов 21,2% уверяют, что вынужденный переход на дистанционное обучение либо никак не повлиял, либо во многом позитивно отразился на результатах выпускников по итогам участия в ЕНТ; в то время как 30,1% отмечают негативное его воздействие. Вместе с тем, принимая во внимание мнения 45,4% респондентов о том, что ДО сделало невозможным объективность оценивания либо существенно его затрудняло, утверждение около 40,0% респондентов о заметном повышении показателей качества обучения становятся недостаточно обоснованными.

Профессиональные проблемы и потребности педагогов ведущих школ. На начальном этапе перехода на ДО в 60,8% педагогических коллективах школ имелись отдельные учителя, способные оказывать методическую поддержку своим коллегами. По окончании IV четверти, по утверждению 68,3%, названная доля педагогов значительно пополнилась.

Выводы

Данные, полученные по итогам двух мониторинговых исследований, систематизированы в рамках двух направлений – *практика обучения и практика управления школами*. Далее, по каждому из указанных направлений количественные и качественные данные структурированы в соответствии с предварительно разработанными параметрами по характеру воздействия – позитивное и негативное (таблица).

Воздействие дистанционного обучения (ДО) на школьные процессы

ПАРАМЕТРЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ	
	ПОЗИТИВНОЕ	НЕГАТИВНОЕ
1	2	3
Практика преподавания и учения		
Отношение родителей к ДО	14,8% – было и остается позитивным; 28,2% – в начале четверти было негативным, но стало позитивным	5,4% – в начале четверти было позитивным, но стало негативным; 19,3% – было и остается негативным
Качество знаний	41,9% – стало заметно выше	16,3% – стало заметно ниже
Объективность оценивания	9,6% – при ДО возможно беспрепятственно	45,4% – при ДО стало невозможным либо существенно затруднено
Самостоятельность учеников в обучении	43,2% – ДО содействует самостоятельности	14,9% – ДО препятствует самостоятельности

Окончание таблицы

1	2	3
Отношение учеников к обучению	13,5% – повысился интерес; 20,1% – стали более организованными и уверенными в своих силах; 7,9% – стали более активными	15,9% – снизился интерес; 19,0% – снизилась ответственность; 11,0% – стали более раздражительными, повысилась тревожность
Результаты оценивания за четверть	60,0% – результаты стали выше	11,4% – результаты стали ниже
Готовность к ЕНТ (отвечали 51,2% респондентов)	21,1% – ДО повлияло во многом позитивно	30,1% – ДО повлияло во многом негативно
Практика управления школами		
База электронных методических ресурсов	78,8% – пополнилась	14,8% – осталась без изменений; 6,4% – в школе не было и нет данной базы
Кадровый потенциал для оказания методической помощи	68,6% – значительно пополнен	22,6% – не пополнен; были и остались единицы
Режим функционирования школ	27,6% школ полностью изменили свой план, адаптируя его к новым условиям; 21,4% школ способны самостоятельно решать возникающие проблемы; 4,5% школ намерены использовать ДО постоянно	в 3,7% школах произошел сбой в работе; в 8,9% школах выявлена группа учителей, нуждающихся во внешней методической помощи
Взаимодействие с коллегами	41,0% – стали чаще общаться и обсуждать профессиональные проблемы	35,7% – испытывают дефицит времени для общения с коллегами
Работа педагогических/методических советов	в 68,3% школах чрезвычайно полезна по всем либо по многим вопросам ДО	в 14,6% школах в редких случаях полезна; чаще – формальное и бесполезное проведение
Эмоционально-психологическое состояние педагогов	82,6% педагогов стали спокойнее и увереннее; всегда были позитивно настроены на освоение нового формата работы; стали менее тревожными и беспокойными	у 11,4% педагогов осталось беспокойство и неуверенность в эффективности ДО и неуверенность в своих силах

Данная структуризация результатов исследований позволила выявить наиболее актуальные проблемы, конкретизировать их, определить адресность и тематику, выбрать оптимальные формы и эффективные методы оказания методической поддержки. Основными направлениями профессионального развития педагогов определены: *оценивание учебных достижений учеников; эффективная и конструктивная обратная связь со всем классом и каждым учеником; самодисциплина и саморегуляция учеников; формы и методы подачи нового учебного материала в онлайн-режиме; сотрудничество с родителями учеников, их понимание и поддержка; мониторинг успешности обучения; разработка критериев постижения учениками нового учебного материала и критериев отслеживания динамики обучения*.

На основе результатов данных исследований Центром педагогического мастерства были приняты оперативные меры по разработке курса «Учусь учить дистанционно» для обучения педагогов в каникулярный период с целью подготовки к новому учебному году. По данному курсу прошли обучение свыше 300 000 педагогов казахстанских школ, в том числе ведущих школ. Ход обучения сопровождался проведением мониторингового исследования с целью оценки содержания и результативности обучения. В среднем около 83,0% респондентов признали высокий уровень эргономичности образовательной платформы stepik, используемой в ходе обучения, особо отмечая ее доступность, мобильность, функциональность и понятность интерфейса. Около 80,0% респондентов оценили содержание программы курса в диапазоне высших баллов, соответствующих характеристикам «*хорошо*» и «*отлично*», и отметили высокую степень позитивного воздействия обучения не только на уровень ИКТ-компетенций, но и на их эмоционально-психологическое состояние.

Список литературы

1. Звягинцев Р.С., Керша Ю.Д., Косарецкий С.Г., Фрумин И.Д. Потери в обучении из-за пандемии COVID-19: прогнозирование и поиск способов компенсации // Институт образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». [Электронный ресурс]. URL: https://ioe.hse.ru/mirror/pubs/share/367598072.pdf (дата обращения: 15.08.2020).

2. Bowers L.M., Schwarz I. Preventing summer learning loss: Results of a summer literacy program for students from low-SES homes. Reading & Writing Quarterly. 2018. Vol. 34(2). P. 99–116.

3. Patrick S., Powell A. A Summary of Research on the Effectiveness of K-12 Online Learning. International Association for K-12 Online Learning. 2009. [Электронный ресурс]. URL: https://aurora-institute.org/wp-content/uploads/iNACOL_summary-of-research-on-theeffectiveness-of.pdf (дата обращения: 15.08.2020).

4. Fullan M. et al. Choosing the wrong drivers for whole system reform. Melbourne: Centre for Strategic Education, 2011. P. 3–4.

5. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО (UNESCO ICT Competency Framework for Teachers или ICT CFT) // Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://iite.unesco.org/wp-content/uploads/2019/05/ICT-CFT-Version-3-Russian-1.pdf (дата обращения: 15.08.2020).

УДК 373.2

БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕБЕНКА ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

[1]Бичева И.Б., [1]Казначеева С.Н., [2]Волкова Г.А., [3]Степаненкова А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина», Нижний Новгород, e-mail: irinabicheva@bk.ru;

[2]МБДОУ «Детский сад № 151», Нижний Новгород, e-mail: galhonoc1988@mail.ru;

[3]МБДОУ «Детский сад № 160», Нижний Новгород, e-mail: nyura.yakovenko.96@mail.ru

В статье рассматривается проблема подготовки детей дошкольного возраста к безопасной деятельности и безопасному поведению. Проанализированы научно-теоретические положения, раскрывающие ключевое понятие исследования «безопасное поведение». Авторами подчеркивается, что формирование у детей дошкольного возраста основ безопасного поведения в различных сферах жизнедеятельности (социальной, природной, бытовой) следует рассматривать как приоритетное направление дошкольного образования, а воспитание ребенка, мотивированного на самосохранение, способного к ответственному поведению в окружающих условиях, строго соблюдающего правила поведения, – как важную задачу в работе с дошкольниками. Целью публикации является обоснование методических основ формирования представлений о безопасном поведении в дошкольном возрасте. Авторами сделан вывод, что при формировании у детей дошкольного возраста представлений и навыков безопасного поведения целесообразно использование трех групп методов: повышающих познавательную и эмоциональную активность, устанавливающих связи между разными видами деятельности, корректирующих и уточняющих представления. Приведены примеры методических приемов в каждой группе методов. Сделан вывод: формирование представлений об основах безопасного поведения позволяет воспитывать самосохраняющее поведение ребенка, что обуславливает комплексное решение данной задачи в процессе взаимодействия педагогов, родителей и воспитанников.

Ключевые слова: дошкольный возраст, безопасное поведение, познавательное развитие, методы формирования представлений о безопасном поведении

PECULIARITIES OF FORMATION OF BASICS OF SAFE BEHAVIOR IN PRESCHOOL EDUCATION

[1]Bicheva I.B., [1]Kaznacheeva S.N., [2]Volkova G.A., [3]Stepanenkova A.V.

[1]Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: irinabicheva@bk.ru;

[2]Kindergarten № 151, Nizhny Novgorod, e-mail: galhonoc1988@mail.ru;

[3]Kindergarten № 160, Nizhny Novgorod, e-mail: nyura.yakovenko.96@mail.ru

The authors deal the problem of preparing preschool children for safe activities and safe behavior in the article. The authors analyzed the scientific and theoretical provisions that reveal the key concept of the research «safe behavior». The authors emphasize that the formation in preschool children of the foundations of safe behavior in various spheres of life (social, natural, domestic) should be considered as a priority direction of preschool education. An important task in working with preschoolers is the upbringing of a child motivated for self-preservation, capable of responsible behavior in the environment, strictly following the rules behavior. The purpose of the article is support of the substantiation of the methodological foundations for the formation of ideas about safe behavior in preschool age. The authors believe that it is advisable to use three groups of methods in the formation of ideas and skills of safe behavior in preschool children: increasing cognitive and emotional activity, establishing connections between different types of activities, correcting and clarifying ideas. There are examples of methodological techniques in each group of methods in the article. The authors make conclusion that the formation of ideas about the foundations of safe behavior allows to educate the child's self-preserving behavior, which determines the complex solution of this problem in the process of interaction among teachers, parents and pupils.

Keywords: preschool age, safe behavior, cognitive development, methods of forming ideas about safe behavior

В современных условиях развития системы образования, в том числе дошкольного, проблема подготовки детей к безопасной деятельности и безопасному поведению рассматривается как наиболее актуальная [1]. Освоение детьми дошкольного возраста системных знаний, представлений об опасных ситуациях и привитие определенных навыков безопасного поведения в природе, социуме и быту является одной из задач социально-коммуникативного развития. Необходимость ее решения во многом связана с возрастными особенностями детей дошкольного возраста, прежде всего стремлением проявить свою любознательность. С одной стороны, любознательность является важным условием личностно-познавательного развития ребенка, а с другой – может явиться причиной его небезопасного поведения в процессе освоения окружающего мира. Кроме того, на практике часто возникают ситуации, при которых

дети старшего дошкольного возраста проявляют недостаточную готовность к необходимым навыкам самосохранения, так как способность к прогнозированию своих действий и анализу окружающей обстановки находится в стадии формирования. В этой связи Т.Г. Хромцова выделяет причины несчастных случаев, которые наиболее часто происходят с детьми дошкольного возраста: повышенная любознательность, незнание основных правил поведения (в природе, в быту, на дорогах и т.д.), высокая отвлекаемость, отсутствие навыков осознанного владения собственными действиями, неосознанность опасных ситуаций и др. [2, с. 35]. Поэтому педагогам и родителям важно формировать у детей устойчивые знания о последствиях небезопасного поведения и упражнять в применении правил безопасного поведения [3]. Как отмечается в исследовании Н.И. Дунаевой, Н.Е. Серебровской, П.А. Егоровой, «если ребенок воспитывается в неблагоприятных условиях, помочь избежать негативных последствий и стимулировать его развитие можно через предоставление ему специально организованных услуг, развивающих программ, а также через создание сети позитивных отношений с другими взрослыми» [4, с. 7].

В то же время учеными отмечается недостаточное внимание педагогов (родителей) к целенаправленному решению данной проблемы в системе: «предвидение опасности (умение заранее определить возможный источник опасности) – уклонение от опасности (знание возможного характера развития опасной ситуации, умение правильно оценить опасную ситуацию и определить возможные способы предосторожности) – преодоление опасности (умение правильно вести себя в ситуации опасности, применять способы устранения последствий)». Это снижает эффективность овладения детьми дошкольного возраста представлениями об ответственном (безопасном) поведении, навыками и умениями безопасного поведения. Как показывают исследования, реальный уровень представлений о разных видах опасности не в полной мере соответствует программным требованиям и возрастным возможностям детей дошкольного возраста. В качестве основной причины указывается недостаточный уровень готовности педагогов (родителей) к комплексному решению задачи «формирование представлений об основах безопасного поведения». Например, З.И. Тюмасева и И.Л. Орехова указывают, «что семейное воспитание часто сводится к назиданию, понуканию, порицанию, указанию и т.д., а не рассматривается как образ семейной жизни, семейная среда жизни, формирование потребностей детей через подражание своим родителям или как потребность в здоровом и безопасном образе жизни, оздоровлении» [5, с. 4]. На проблему педагогического просвещения в решении задач воспитания безопасной жизнедеятельности субъектов образования обращает внимание С.А. Купцова [6].

Цель исследования: обоснование методических основ формирования представлений о безопасном поведении в дошкольном возрасте.

Материалы и методы исследования

При написании статьи применялись методы анализа, систематизации и обобщения научной литературы по проблеме исследования. Это позволило выделить методы формирования представлений об основах безопасного поведения у детей дошкольного возраста.

Результаты исследования и их обсуждение

В системе дошкольного образования разработаны и активно используются парциальные образовательные программы по безопасности: «Основы безопасности детей дошкольного возраста» (авторы Н.Н. Авдеева, О.Л. Князева, Р.Б. Стеркина), «Формирование культуры безопасности у детей от 3 до 8 лет» (автор Л.Л. Тимофеева), «Мир Без Опасности. Парциальная образовательная программа для детей дошкольного возраста» (автор И.А. Лыкова), «Моя безопасность в большом мире» (автор М.В. Погодаева). В данных программах раскрываются особенности ознакомления детей с основными понятиями (опасность/безопасность, опасное/безопасное поведение и др.), опасными для жизни ситуациями, их причинами и особенностями безопасного поведения при их возникновении.

Психолого-педагогические аспекты формирования основ безопасного поведения у детей дошкольного возраста достаточно широко представлены в исследованиях Е.Е. Авдеевой, О.Л. Князевой, Р.Б. Стеркиной [7], И.Б. Бичевой [8], А.И. Садретдиновой [9], С.В. Терницкой [10] и других ученых. Так, Н.Н. Авдеевой, Н.П. Князевой, Р.Б. Стеркиной понятие «безопасное поведение» определяется как «поведение, которое обеспечивает безопасность самой личности, а также не должно наносить вред окружающему ее миру» [7, с. 11], А.И. Садретдиновой [9] предлагается система работы по формированию культуры безопасного поведения детей дошкольного возраста на основе проектирования специальных пе-

дагогических условий. В исследованиях Т.Г. Хановой, Е.Е. Вьюшкиной [11, 12] представлен опыт использования наиболее эффективных методов, способствующих воспитанию культуры безопасного поведения детей дошкольного возраста. Отметим работу З.Ф. Аксеновой, в которой внимание педагогов обращается на то, что при обучении детей безопасному поведению следует избегать прямых фраз о подстерегающих опасностях, аккуратно приводить примеры опасных ситуаций, в которые иногда попадают дети, стараться не запугивать ребенка, чтобы не вызвать у него панику [13, с. 58].

Содержание работы с дошкольниками в направлении формирования основ безопасности обеспечивается совокупностью информационного, поведенческого и эмоционально-волевого компонентов. Информационный компонент предполагает овладение знаниями о безопасном поведении в разных ситуациях (природных, бытовых, социальных). Поведенческий компонент обуславливает действия в проблемных ситуациях, возникающие в условиях окружающего мира. Эмоционально-волевой компонент характеризуется осознанным отношением к собственной безопасности и своему здоровью посредством правильного реагирования и действия при возникновении проблемных ситуаций.

Следовательно, формирование представлений о безопасном поведении в дошкольном возрасте целесообразно осуществлять как процесс развития когнитивных, исполнительских, эмоционально-волевых, проектно-конструктивных параметров познавательной деятельности детей. Это значит, что планирование и организация данной работы должны основываться на принципах системности, постепенности, информативности, доступности и активности. Так, принцип информативности означает, что знания, предлагаемые детям, должны вызывать положительное отношение и формировать осознанное восприятие, побуждая к активной деятельности. Поэтому важно правильно отбирать знания с учетом их значимости, актуальности для ребенка, возможности применения на практике. Принцип активности обеспечивает деятельностное познание информации, формирование практических навыков. Так как деятельность по формированию представлений о безопасном поведении является частью действительности, в которую включен ребенок, он становится ее субъектом, самостоятельным в процессе познания. Поэтому содержательности формируемых знаний способствует развивающая информация, в процессе усвоения которой воспитываются личностные качества ребенка, особенности эмоционального восприятия и отношения, появляется уверенность в своих возможностях. Именно целенаправленно организованная деятельность позволяет решить задачи по приобретению и закреплению знаний, обогащению опыта детей, осознанию ими важности норм безопасности и правил взаимодействия. Результатом познания в деятельности становится вхождение ребенка в особый мир безопасности и сформированный опыт безопасного поведения как условие личной безопасности.

Эффективность процесса формирования основ безопасного поведения во многом зависит от разнообразия используемых педагогом информативных средств. По своему содержанию эта работа предполагает конкретизацию детских представлений, поскольку любой вид опасности является предметом изучения и расширения представлений детей об особенностях безопасного поведения в конкретной ситуации. Художественная литература, музыкальные произведения, изобразительное искусство соответствующей тематики являются как средством приобретения знаний, так и источником воспитания эмоций, чувств и отношений. Сочетание различных средств в процессе формирования основ безопасного поведения (чтение и рассматривание иллюстраций, чтение и слушание музыки, слушание музыки и рисование и др.) оказывает наиболее сильное эмоциональное воздействие на детей дошкольного возраста. Как отмечает С.А. Козлова, «в процессе ознакомления с социальной действительностью детям не только сообщаются знания. Одновременно у ребенка формируется отношение к себе, другим людям, событиям социальной жизни; создаются условия для активного его приобщения к социальной действительности; повышается личностная значимость происходящего» [14, с. 41]. То есть закладываются основы миропонимания и мировоззрения.

Создание ситуаций для осознанного восприятия информации о видах опасности требует от педагога умения организовывать процесс усвоения знаний, стимулирующий проявление ребенком любознательности, творчества, активности. В рассматриваемом контексте особое значение приобретает личность воспитывающих взрослых и, прежде всего, их опыт безопасного поведения, позволяющий «на высоком уровне проявлять профессиональную и личностную культуру, осознавать уровень возможного риска, знать способы его предупреждения, неукоснительно выполнять нормы поведения, отношений, действовать быстро и ре-

шительно в сложных ситуациях и др.» [15, с. 219–220].

Вышеизложенное позволяет констатировать, что формирование у детей дошкольного возраста знаний, представлений и опыта в области безопасности необходимо осуществлять, основываясь, прежде всего, на воспитании культуры безопасности в процессе познания видов опасности, обеспечивая развитие регулятивных навыков поведения. Поэтому считаем целесообразным использование в воспитательно-образовательной работе с детьми дошкольного возраста комплекса методов, в совокупности обеспечивающих повышение познавательной и эмоциональной активности, установление связи между разными видами деятельности, коррекцию и уточнение представлений о безопасности и безопасном поведении.

Среди *методов повышения познавательной активности,* обеспечивающих активность ребенка к изучению нового знания, выделим методы анализа и синтеза, сравнения, моделирования, а также методы вопросов, повторений, решения логических задач. К *методам,* обеспечивающим *повышение эмоциональной активности* детей в процессе усвоения знаний, относятся методы, способствующие заинтересованности в процессе восприятия познавательного содержания и его усвоения:

– игровые приемы (воображаемая ситуация (например, встреча с воображаемыми источниками опасности), придумывание истории или сказки (например, придумать историю о безопасной стране, помочь герою избежать опасности);

– сюрпризные моменты и элементы новизны (например, групповая комната превращается в лесной замок, в котором спрятались опасности, появление в группе персонажа «Опасность», просмотр видеофильма (мультфильма) соответствующей тематики, др.).

К *методам установления связей между разными видами деятельности* относят методы, посредством которых решаются задачи различной направленности: познавательное развитие, совершенствование навыка, приобретение и обогащение эмоционального опыта, др.

Метод «перспективное планирование» позволяет ребенку установить взаимосвязь между имеющимися знаниями, умениями и возможностью их применения. Так, детям предлагается подумать, как может им пригодиться знание различать «съедобное-несъедобное» или для чего нужны знания правил поведения при обращении с бытовыми предметами?

Метод «беседа» используется как в процессе ознакомления, так и при систематизации и закреплении представлений об основах безопасного поведения. Например, первоначальное знакомство может проходить во время беседы «Безопасность – это….», «Это опасно или нет». Для систематизации и закрепления знаний продумывается содержание беседы «Безопасность – это здоровье», «Правила поведения», «Безопасная олимпиада» и т.п. Логично сопровождать беседу рассматриванием иллюстраций, на которых герои попадают в различные ситуации, в том числе опасные, применением дидактических игр по типу «Что лишнее?», «Найди опасность», «Угадай вид опасности» и специальных раскрасок по закреплению знаний о правилах конкретного вида опасности.

Особый интерес у детей вызывают встречи со специалистами, профессии которых связаны с опасностями (например, пожарными). На подобных встречах приглашенные не просто рассказывают об опасных ситуациях, которые часто встречаются в их профессии и жизни, но и проводят с детьми специальную тренировку.

Методы коррекции и уточнения представлений направлены на выяснение степени понимания детьми изучаемого содержания и формирование правильного оценочного суждения. В контексте нашего исследования – это методы повторения («Приведи примеры правил поведения на прогулке», «Сформулируй более точно правила поведения в быту (на природе)»), ситуации выбора, обсуждение способа действия («Почему ты думаешь, что это опасность?», «Как бы ты поступил на месте героя?»).

Выводы

Проведенный анализ показывает, что формирование у детей дошкольного возраста основ безопасного поведения в различных сферах жизнедеятельности (социальной, природной, бытовой) следует рассматривать как приоритетное направление дошкольного образования, а воспитание ребенка, мотивированного на самосохранение, способного к ответственному поведению в окружающих условиях, строго соблюдающего правила поведения – как важную задачу его социокультурного развития.

Процесс формирования у детей дошкольного возраста знаний и представлений о безопасности, о навыках безопасного поведения необходимо осуществлять на основе комплекса методов и приемов во взаимодействии педагогов и родителей.

Постоянная демонстрация детям правильных (безопасных) действий в различных ситуациях опасности позволит не просто сформировать у детей отвлеченные знания и представления о безопасном/опасном поведении, но, что особенно важно, воспитать понимание значимости безопасного образа жизни как способа жизнедеятельности, а сочетание теоретического изучения вопросов с постоянными упражнениями в правилах безопасного поведения обеспечит формирование привычки неукоснительно выполнять требования и правила безопасности.

Список литературы

1. Картавых М.А., Бичева И.Б., Попова Л.В. Образование в области безопасности жизнедеятельности и устойчивое развитие // Вестник Мининского университета. 2016. № 1–1 (13). С. 21.

2. Хромцова Т.Г. Воспитание безопасного поведения в быту детей дошкольного возраста. М.: Педагогическое общество России, 2016. 80 с.

3. Бичева И.Б., Вялова Н.В., Рязанова Е.А. Организационно-методические основы взаимодействия педагогов с родителями в дошкольном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67–4. С. 44–47.

4. Дунаева Н.И., Серебровская Н.Е., Егорова П.А. Проблема сопротивляемости личности трудным жизненным ситуациям в условиях образовательной среды в российских и зарубежных исследованиях // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 1. С. 11.

5. Тюмасева З.И., Орехова И.Л. Семейная среда как средство сохранения, укрепления здоровья обучающихся и формирования самосохранительного поведения // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 3. С. 5.

6. Купцова С.А. Педагогическое просвещение как способ воспитания культуры безопасной жизнедеятельности, защиты и укрепления здоровья субъектов образовательного процесса // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 10 (октябрь). URL: http://e-koncept.ru/2020/201072.htm.

7. Авдеева Н.Н., Князева О.Л., Стеркина Р.Б. Безопасность: учебное пособие по основам безопасности жизнедеятельности детей старшего дошкольного возраста. М.: Детство-Пресс, 2002. 144 с.

8. Бичева И.Б. Педагогические условия формирования культуры здоровья у детей дошкольного возраста // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2018. № 2 (26). С. 259–270.

9. Садретдинова А.И. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности у старших дошкольников посредством проектирования педагогических условий // Успехи современного естествознания. 2008. № 8. С. 98–106.

10. Терницкая С.В. Формирование безопасного поведения личности как социально-педагогическая проблема // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2016. № 1 (35). С. 90–94.

11. Вьюшкина Е.Е., Ханова Т.Г. Методы воспитания культуры безопасного поведения детей дошкольного возраста // Современное дошкольное и начальное образование: проблемы и тенденции развития: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. В 2 ч. Мининский университет. 2020. С. 64–68.

12. Ханова Т.Г., Вьюшкина Е.Е. Особенности воспитания навыков безопасного поведения в быту у старших дошкольников // Карельский научный журнал. 2020. Т. 9. № 3 (32). С. 18–21.

13. Аксенова З.Ф. Войди в природу другом. Экологическое воспитание дошкольников. М.: Сфера, 2012. 218 с.

14. Козлова С.А. Теория и методика ознакомления дошкольников с социальной действительностью: учеб. пособие для студентов сред. пед. учебн. заведений. М.: Издательский цент «Академия», 1998. 160 с.

15. Бичева И.Б. Методические основы формирования педагога безопасного типа поведения в дошкольной образовательной организации // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2019. № 4 (32). С. 218–231.

УДК 37.061

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМИРОВАННОСТИ СТУДЕНТОВ О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ

Братцева О.А., Козырева Т.В., Спицина Е.В.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, e-mail: ChOA2612@yandex.ru, kozireva_t@mail.ru

В статье представлены значимые подходы к трактовке сущности социальной работы. Наиболее популярны два из них: первый связан с «концепцией риска», а второй с «концепцией прав, гарантий и самореализации». В процессе исследования использовались методы анкетирования, анализа и систематизации. Авторами проведен сравнительный анализ осведомленности студентов младшего (первого) и старшего (четвертого) курсов о возможностях социальной защиты, определены такие показатели, как степень и источники информированности студентов о формах, органах и структурах социальной защиты, выявлены чаще всего получаемые студентами виды социальной помощи. Результаты проведенного анкетирования позволяют сделать вывод о том, что студенты не в полной мере осведомлены о формах социальной защиты, самые распространенные из них: социальная стипендия, материальная помощь и предоставление общежития. Студентами в большей степени востребованы формы помощи, реализуемые в рамках концепции риска, что отражает общий подход, реализуемый в стране. Проанализировав результаты, авторы предполагают, что для решения обозначенных проблем необходимо развивать структурные подразделения, реализующие социальную защиту и помощь студенческой молодежи. Помощь в комплексном решении перечисленных проблем студенты смогут получить при создании единого информационного центра, сообщающего о возможных видах социальной помощи.

Ключевые слова: социальная защита, социальная помощь, анкетирование, студенты, социально уязвимые категории населения, концепция риска, концепция прав, гарантий и самореализации

COMPARATIVE ANALYSIS OF STUDENTS‘AWARENESS ABOUT POSSIBILITIES OF SOCIAL ASSISTANCE

Brattseva O.A., Kozyreva T.V., Spitsina E.V.

Ugra State University, Khanty-Mansiysk, e-mail: ChOA2612@yandex.ru, kozireva_t@mail.ru

The article presents the most significant existing approaches to the interpretation of the essence of social work. The most popular are two of them: the first is related to the «concept of risk», and the second to the «concept of rights, guarantees and self-realization». In the course of the research, the methods of questioning, analysis, systematization and the comparative method were used. The authors carried out a comparative analysis of the awareness of junior (1-year) and senior (4-year) students about the possibilities of social protection, determined such indicators as the degree and sources of awareness of students about the forms, bodies and structures of social protection, identified the types of social assistance most often received by students. The results of the survey made it possible to conclude that students are not fully aware of the forms of social protection, the most common of which are social stipends, material assistance and the provision of a hostel. Students are more in demand for forms of assistance implemented within the framework of the risk concept, which reflects the general approach implemented in the country. Students receive information about possible types of social support from disparate sources. After analyzing the results, the authors suggest that in order to solve the indicated problems, it is necessary to develop structural units that implement social protection and assistance to student youth. Students will be able to get help in a comprehensive solution of the listed problems when creating a single information center reporting on possible types of social assistance.

Keywords: social protection, social assistance, questionnaires, students, socially vulnerable categories of the population, concept of risk, concept of rights, guarantees and self-realization

В современном обществе особую значимость приобретает анализ и осмысление системы социальной защиты студентов, которая призвана не только помочь молодым людям, попавшим в сложную жизненную ситуацию, но и способствовать саморазвитию студентов.

Проанализировав литературу (Е.И. Холостова [1], Г.И. Осадчая, Е.В. Нечуйкина и др.), можно сделать вывод о наличии нескольких подходов к определению ключевого понятия – «социальная защита». На наш взгляд, наиболее значимыми являются два из них. «Концепция риска» (право на социальную защиту возникает только при наступлении событий, ведущих к утрате средств существования) лежит в основе самого распространенного подхода. «Концепция прав, гарантий и самореализации» лежит в основе другого, менее распространенного, но не менее значимого подхода. Э.В. Дубинина связывает его с обеспечением достойного уровня жизни и возможностью развития каждого члена общества [2]. Наиболее существенное различие между рассматриваемыми подходами кроется в определении роли человека: «концепция риска» отводит ему в социальной защите роль объекта – получателя каких-либо льгот, пособий; «концепция прав,

гарантий и самореализации» предполагает активность субъекта [3].

Одной из групп, нуждающихся в защите и поддержке, является студенческая молодежь.

Поскольку участие в учебном процессе является основной деятельностью данной группы молодежи, то у нее отсутствует постоянный доход, необходимый для обеспечения «достойного уровня жизни», большая часть студентов не имеет возможности работать и объективно встает вопрос о зависимости от материальной поддержки родителей и системы социальной защиты [4].

В 2018 г. в стране существовала 741 образовательная организация высшего образования, где обучалось 4161,7 тыс. человек, из них 933,2 тыс. – студенты-выпускники, 660,9 (70,8%) бакалавры, 170,4 (18,3%) магистры, 101,8 (10,9%) специалисты [5]. Поэтому возникает вопрос, насколько осведомлены обучающиеся вузов о своих правах и насколько востребованы те формы социальной защиты, которые предлагает государство.

Цель исследования – выявить востребованность форм социальной защиты, представленных в «концепции риска» и «концепции прав», определить уровень осведомленности о формах социальной защиты в целом.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на основе анкетирования. Были опрошены 64 студента Югорского государственного университета (32 обучающихся первых курсов и 32 обучающихся четвертых курсов, соответственно) в возрасте от 17 до 25 лет. В процессе исследования также использовались методы анализа и систематизации.

Результаты исследования и их обсуждение

Социальная помощь и поддержка, выстроенная на доминирующей «концепции риска», предполагает прежде всего помощь и поддержку незащищенным слоям населения. В высших учебных заведениях к таким группам относятся студенты из неполных и многодетных семей, студенты-инвалиды, сироты, студенческие семьи и др.

На вопрос «К какой категории нуждающихся Вы себя относите?» были получены следующие варианты ответов:

– 43,8% респондентов первого и 50% четвертого курсов не считают себя социально уязвимыми категориями населения;

– примерно пятая часть всех опрошенных (чуть более 20%) считают себя «выходцами» из малообеспеченных семей, чей доход ниже прожиточного минимума, установленного государством;

– 18,8% студентов первых курсов и 12,5% студентов четвертых курсов определили родительские семьи как многодетные, в которых трое или более детей;

– 18,7% студентов из общего числа опрашиваемых из неполных семей;

– 9,3% студентов считают, что они попали в трудную жизненную ситуацию;

– на долю сирот, инвалидов, матерей-одиночек и студенческих семей приходится около 3% опрошенных.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что примерно половина респондентов может быть определена как социально уязвимая группа.

Ознакомлены со своими правами и льготами только 75% студентов первых курсов и 54,9% четвертых, это значит, что 25% первокурсников и 40,6% четверокурсников в случае возникновения трудной жизненной ситуации не будут знать, какую поддержку со стороны государства и вуза смогут получить.

Для выявления востребованности форм поддержки, соответствующих предложенным концепциям, все формы социальной защиты условно были разделены на две группы. Формы социальной защиты, относящиеся к первой группе, в основном удовлетворяют витальные потребности (питание, проживание, здоровье). Вторая группа направлена на удовлетворение потребностей в обучении и самореализации.

Респондентам было предложено сказать, о каких формах социальной защиты в вузе они знают. По результатам исследования выявлено, что наибольшее количество выборов у студентов первых курсов набрал вариант ответа «социальная стипендия» (100%), наименьшее количество (3,1%) первокурсников выбрали вариант «билеты на хоккей». 96,9% студентов четвертых курсов знают о возможности получения социальной стипендии, всего 9,3% ознакомлены с возможностью компенсировать проезд из дома к месту учебы. Только половина опрашиваемых первых курсов (50%) знает о наличии медицинского обслуживания в вузе, подобная картина наблюдается и у отвечающих четвертых курсов (56,3%). Одинаковое количество студентов знают о возможности получения материальной помощи и предоставления общежития (более 80%). Это говорит о том, что студенты не в полной мере осведомлены о формах социальной защиты (табл. 1).

Отвечая на вопрос «Приходилось ли Вам получать социальную помощь?», наибольшее количество студентов первых курсов (59,4%) отметили получение социальной помощи в виде социальной стипендии, ни один из студентов (первокурсников) не выбрал вариант «компенсация проезда к месту учебы». У респондентов четвертых курсов наблюдается подобная ситуация: наибольшее количество опрашиваемых (65,6%) хотя бы однажды получали социальную стипендию и наименьшее количество указали компенсацию проезда к месту учебы.

Как показали результаты анкетирования, не все опрашиваемые получают социальную помощь. Стоит отметить, что у студентов четвертых курсов, по сравнению с первыми курсами, показатели выше. Например, материальную помощь получали 62,5% старшекурсников и только 34,4% респондентов первых курсов. Возможно, это связано с тем, что они не первый год обучаются в вузе и больше проинформированы о возможностях получения той или иной социальной помощи (табл. 2).

В рамках опроса определялось, насколько студенты используют мероприятия, организованные вузом. Процент участия в различных видах внеучебной деятельности университета находится в диапазоне от 28,6% до 57,8%. Наиболее востребованными для первокурсников являются спортивные мероприятия, а для старшекурсников – творческие клубы-студии (табл. 3).

Одним из условий оказания социальной поддержки является наличие материальной базы. Социальная помощь, направленная на удовлетворение потребностей в обучении и самореализации, как правило, представлена в неявной форме. Например, студент имеет возможность заниматься фитнесом не в спортклубе, где необходимо оплачивать занятия, а бесплатно в спортзале вуза, а обучающийся, не имеющий ноутбука, может воспользоваться компьютером в вузовской библиотеке или в компьютерном классе общежития.

Таблица 1

Информированность студентов о формах социальной защиты в вузе (не более шести вариантов), в%

Варианты ответов	1 курс	4 курс
	%	%
Социальная стипендия	100	96,9
Компенсация проезда к месту учебы	0	9,3
Медицинское обслуживание	50	56,3
Материальная помощь	87,5	87,5
Предоставление общежития	87,5	84,4
Льготные билеты на вузовские мероприятия	15,6	40,6
Билеты на хоккей	3,1	0

Таблица 2

Виды социальной помощи, получаемой студентами (не более шести вариантов), в%

Варианты ответов	1 курс	4 курс
	%	%
Социальная стипендия	59,4	65,6
Компенсация проезда к месту учебы	0	3,1
Медицинское обслуживание	25	37,5
Материальная помощь	34,4	62,5
Предоставление общежития	50	59,4
Льготные билеты на вузовские мероприятия	9,4	25
Нет	0	6,2

Таблица 3

Участвуете ли вы во внеучебной деятельности университета?

Показатель в%	1 курс		4 курс	
	Да	Нет	Да	Нет
В творческих клубах-студиях	28,6	71,4	57,8	42,2
В работе кружков, секций по интересам	20,8	79,2	22,6	77,4
В спортивных мероприятиях	56,6	43,4	24,5	75,5

Результаты опроса, представленные в табл. 4, демонстрируют, что студенты первого курса менее активно используют материальную базу университета для самоподготовки и самореализации, чем студенты четвертого курса. Более половины первокурсников не знают о возможности использования вузовских компьютеров, учебного и научного оборудования, специализированных аудиторий для самостоятельной работы.

В большей степени студенты обращают внимание на условия проживания и питания. Так, затруднились оценить условия проживания 12,3% первокурсников и 4,6% студентов четвертого курса. Высказать свое мнение об условиях питания не смогли лишь 15,1% старшекурсников и 19,6% студентов первого курса. В то время как затруднились оценить условия для самостоятельной работы 43,7% респондентов первого курса и 34,6% опрошенных четверокурсников (табл. 5).

При анализе исследования было установлено, что больше половины участников анкетирования (68,8% студентов первых курсов и 59,4% студентов четвертых курсов) хотели бы получить материальную помощь. Так как проблема трудовой занятости волнует молодежь, то неудивительно, что помощь в трудоустройстве после окончания университета хотят получить 68,8% первокурсников и 79,9% студентов четвертых курсов. Стоит отметить, что получить комнату в общежитии хотели бы всего 3,1% первокурсников и 9,3% четверокурсников, это подтверждает, что руководство жилого комплекса и университета добросовестно предоставляет жилые помещения студентам в период обучения (табл. 6).

В настоящее время информационное обеспечение в вузах является одним из важнейших в проведении любого мероприятия для студентов.

Как показал опрос, большая часть студентов-первокурсников получают знания об информационных собраниях и т.д. от одногруппников (65,6%), больше четверти (28,1%) получают информацию на сайте университета. В центре студенческих инициатив получал информацию всего один студент (3,1%). Примечательно то, что у четверокурсников совпадают некоторые результаты, так как вариант «в центре студенческих инициатив» тоже выбрали 3,1%, однако результаты отличаются тем, что четверокурсники больше получают информацию в группе «Вконтакте», нежели у одногруппников либо у преподавателей (табл. 7).

В результате мы можем сделать вывод, что университету необходимо обратить внимание на деятельность специальных информационных центров по проблемам молодежи, на специалистов, которые разъясняли бы законные права студентов, оказывали бы консультацию по интересующим социальным вопросам, а также информировали бы о предстоящих мероприятиях вузовского и городского уровней.

Таблица 4

Имеете ли Вы возможность использовать ресурсы вуза для самоподготовки к занятиям и для саморазвития?

Показатель в %	1 курс			4 курс		
	Да	Нет	Затрудняюсь ответить	Да	Нет	Затрудняюсь ответить
Вузовские компьютеры	27,6	16,1	56,3	61,8	10,7	27,5
Учебное и научное оборудование (диктофоны, видеокамеры, компьютерные программы)	19,7	21,4	58,9	38,6	40,1	21,3
Специализированные аудитории	17,8	19,9	62,3	28,7	38,7	32,6

Таблица 5

Оценка условий в университете, в %

Варианты ответа	1 курс			4 курс		
	Да	Нет	Затрудняюсь ответить	Да	Нет	Затрудняюсь ответить
Хорошие условия для самостоятельной работы	34,9	21,4	43,7	43,6	21,8	34,6
Хорошие условия для занятий физкультурой	37,6	17,8	44,6	51,8	10,5	37,7
Хорошие условия для проведения досуга	27,6	25,3	47,1	21,8	50,3	27,9
Хорошие условия для питания	41,8	38,6	19,6	53,7	31,2	15,1
Хорошие условия для проживания в общежитии	81,2	6,5	12,3	87,6	7,8	4,6
Хорошие условия для медицинской помощи	33,4	28,7	37,9	31,5	49,1	19,4

Таблица 6

Востребованные среди студентов виды социальной поддержки (не более трех вариантов), в %

Варианты ответов	1 курс	4 курс
	%	%
Получение материальной помощи	68,8	59,4
Помощь в трудоустройстве после окончания университета	68,8	71,9
Предоставление жилых помещений в общежитии	3,1	9,3
Предоставление образовательного кредита	0	15,6
Помощь в решении бытовых проблем	9,3	9,3
Информационно-координирующая помощь	15,6	9,4
Санаторно-курортное лечение	21,9	31,3
Обеспеченность учебными пособиями	12,5	9,3
Никакие	3,1	0

Таблица 7

Источники получения знаний о возможных видах социальной поддержки студентов, а также об информационных собраниях, предстоящих мероприятиях (не более трех вариантов), в %

Варианты ответа	1 курс	4 курс
	%	%
На сайте университета	28,1	21,9
В группе «Вконтакте»	43,8	59,4
У тьютора учебной группы	37,5	34,4
В центре студенческих инициатив	3,1	3,1
У одногруппников	65,6	53,1
У преподавателей	40,6	25
Интернет	0	3,1
Родители	0	3,1
От заместителя директора	0	3,1
СМИ	0	3,1

Выводы

Таким образом, в результате исследования сделаны следующие выводы:

– студенты не в полной мере осведомлены о возможностях социальной защиты, которую они могут получить в процессе обучения в университете, и не имеют единого источника для получения информации о возможных видах социальной помощи;

– наиболее распространенной и востребованной формой социальной поддержки студентов является поддерживающая определенный уровень средств к существованию (социальная стипендия, материальная помощь и предоставление жилых помещений), другие формы востребованы значительно меньше, либо студенты не знают об имеющихся возможностях;

– студентами в большей степени востребованы формы помощи, реализуемые в рамках «концепции риска», что отражает общий подход, реализуемый в стране;

– необходимо развивать и активизировать деятельность структурных подразделений учреждений высшего образования, которые призваны оказывать социальную помощь и поддержку студенческой молодежи.

Список литературы

1. Холостова Е.И. Социальная работа: учебник для бакалавров. М.: Дашков и К°, 2013. 612 с.

2. Дубинина Э.В. Организационно-управленческие аспекты социальной защиты студенчества: автореф. дис. ... канд. соц. наук. Уфа, 2006. 22 с.

3. Братцева О.А. Студент как объект социальной защиты // ACTUALSCIENCE. 2016. № 11. С. 73–75.

4. Организация работы с молодежью: учебное пособие / Под ред. Е.П. Агапова, Л.С. Деточенко. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. 738 с.

5. Бондаренко Н.В., Гохберг Л.М., Ковалева Г.Г., Ковалева Н.В., Кузнецова В.И., Озерова О.К., Саутина Е.В., Шугаль Н.Б. Образование в цифрах: 2019: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 16 с.

УДК 378.14

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСТРЕННОГО ПЕРЕХОДА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ НА ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

[1]Булат Р.Е., [2]Байчорова Х.С., [1]Лебедев А.Ю., [1]Никитин Н.А., [1]Поборчий А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России», Санкт-Петербург, e-mail: bulatrem@mail.ru;

[2]ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: baj-hafizka@mail.ru

Авторами исследуются особенности подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний в условиях принятых ограничений, связанных с угрозой распространения коронавирусной инфекции (COVID-19). Оценка готовности выпускников очной формы обучения к переходу на дистанционный формат включила оценивание не только технической составляющей, но и психолого-педагогических аспектов взаимодействия участников образовательного процесса. В статье доказывается, что дистанционный формат подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний предопределяет разработку системы мер организационно-методической и психологической поддержки всех субъектов образования. В целом мы можем констатировать, что наиболее значимыми задачами при экстренном переводе выпускников очной формы обучения на дистанционную подготовку являлись разработка локальной нормативной базы дистанционного формата подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний с применением электронной информационно-образовательной среды, усиление материально-технической базы как в образовательной организации, так и на удалённых рабочих местах выпускников и научных руководителей, разработка модели дистанционной подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний с применением электронной информационно-образовательной среды, обеспечение методической поддержки выпускников и научных руководителей при дистанционной подготовке и защите выпускных квалификационных работ, уточнение порядка учёта консультаций и других элементов подготовки и защиты выпускных квалификационных работ, уточнение порядка учёта рабочего времени и оплаты труда научных руководителей при дистанционной подготовке и защите выпускных квалификационных работ, формирование готовности научного руководителя к переходу на дистанционную подготовку и защиту выпускных квалификационных работ, формирование готовности выпускников к переходу на дистанционный формат подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний. В результате переосмысления сформулированных результатов констатирующего эксперимента авторы пришли к выводу о необходимости разработки комплексной педагогической программы формирования готовности участников образовательного процесса к экстренному переходу на дистанционную организацию образовательного процесса на основе электронной информационно-образовательной среды образовательной организации.

Ключевые слова: психолого-педагогические аспекты, экстренный переход, очная форма обучения, дистанционный формат, государственные аттестационные испытания

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF EMERGENCY TRANSITION OF STUDENTS OF THE PREPARED FORM OF TRAINING TO DISTANCE FORM OF LEARNING AND DISTANCE FORM OF PUBLIC EXAMINATIONS

[1]Bulat R.E., [2]Baychorova Kh.S., [1]Lebedev A.Yu., [1]Nikitin N.A., [1]Poborchiy A.V.

[1]St. Petersburg University Of the state fire service of EMERCOM of Russia, St. Petersburg, e-mail: bulatrem@mail.ru;

[2]Military Academy for Logistics named after General of the army A.V. Khrulev, St. Petersburg, e-mail: baj-hafizka@mail.ru

The authors investigate the features of the preparation and conduct of state exams in conditions of restrictions associated with the threat of the spread of coronavirus infection (COVID-19). Assessment of the readiness of full-time graduates for the transition to distance learning involves not only the technical component, but also the psychological and pedagogical aspects of the interaction of participants in the educational process. The article proves that the distance format for preparing and conducting state exams predetermines the development of a system of measures for organizational, methodological and psychological support for all subjects of education. The most significant tasks in the emergency transfer of full-time graduates to distance learning were: development of a local regulatory framework using electronic information and educational environment, strengthening the material and technical base both in the educational organization and at remote workplaces of graduates and scientific leaders, development of a model for distance learning and conducting state certification tests using an electronic information and educational environment, providing methodological support for graduates and scientific advisers in the course of distance training and defense of final qualification works, clarification of the procedure for accounting for consultations and other elements of the preparation and defense of final qualifying works, clarification of the procedure for recording working hours and remuneration of scientific supervisors in the course of distance learning and defense of final qualification works, formation of the scientific supervisor's readiness for the transition to distance learning and defense of final qualification works, formation of the readiness of graduates for the transition to a remote form of training and conducting state certification tests. The authors came to the conclusion that it is necessary to develop a comprehensive pedagogical program for the formation of the readiness of participants in the educational process for an emergency transition to a remote organization of the educational process on the basis of the electronic information and educational environment of the educational organization.

Keyword: ratio of pedagogy and psychology, emergency transition from one form of education to another, full-time education, distance learning, state exams

Принятые в марте 2020 г. ограничения, связанные с угрозой распространения коронавирусной инфекции (COVID-19), предопределили вынужденную меру – экстренный перевод обучающихся очной формы на дистанционный формат обучения [1; 2].

Исследования показали, что пандемия выявила чрезмерные жёсткость и негибкость образовательного процесса, которые стали существенной преградой в обеспечении релевантности образования сложному и меняющемуся миру. Существующих инфраструктурных возможностей, цифровых ресурсов и инструментов, методических решений оказалось недостаточно, чтобы переход на цифровые технологии и дистанционный формат сделать эффективным и удобным для обучающихся и педагогов [3; 4].

Вместе с тем следует отметить, что участники образовательного процесса не были готовы к экстренным переменам, причём не столько к цифровой трансформации как таковой, а к резким изменениям в привычных повседневных процессах, к которым никто не готовился заранее. Карантинные меры коснулись не столько процесса обучения и работы участников образовательных отношений, сколько всего их образа жизни. Распространение вируса поставило под угрозу как их физическое, так и психологическое здоровье [3; 5].

Наиболее уязвимыми в сложившейся ситуации оказались выпускники образовательных организаций очной формы обучения и их научные руководители, так как цена ошибки в данном случае возросла многократно. В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России вопрос перехода выпускников очной формы обучения на дистанционный формат подготовки к сдаче и сдачу государственного экзамена (ГЭ) и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (далее вместе – государственные аттестационные испытания (ГАИ)), решался в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) с применением платформы для проведения вебинаров Etutorium, а также с использованием платформы для видеоконференцсвязи Trueconf.

В рамках нашего исследования был организован и проведён констатирующий эксперимент с целью оценки готовности выпускников очной формы обучения к переходу на дистанционный формат подготовки и проведения ГАИ. Оценка готовности предопределила оценивание не только технической составляющей, но и психолого-педагогических аспектов деятельности участников образовательного процесса.

Материалы и методы исследования

Структура констатирующего эксперимента включала следующие взаимосвязанные этапы: разработку анкет и их согласование на основе экспертного опроса, электронное конструирование вопросов, удалённое электронное анкетирование, сбор информации, обработку баз данных методами математической статистики и формулировку научных и практических выводов на основе анализа полученных результатов. Основным методом сбора данных констатирующего эксперимента стало индивидуальное формализованное анкетирование.

В процессе сбора первичных данных было получено 516 анкет на основе разработанного нами опросника и размещённого в ЭИОС университета. В анкеты были включены как закрытые, так и полузакрытые вопросы, что значительно упростило её заполнение респондентами.

Полученные данные позволили составить характеристики исследуемого объекта (генеральной совокупности). Объём генеральной совокупности составили 516 обучающихся Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 58 педагогов и 23 офицера из числа административных сотрудников.

Величина статистической погрешности не превышает 0,015 (в нашем случае удобнее говорить о доверительном интервале +1,5 %) при доверительной вероятности 95 %. Соответственно, не менее 95 % ответов респондентов расположены в диапазоне значений усредненного реального показателя в пределах заявленной погрешности.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 приведены результаты оценки опыта работы 516 выпускников с образовательными платформами электронного обучения Российской Федерации (РФ) с момента поступления в образовательную организацию высшего образования до начала периода обучения с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

Опрос показал, что основная масса обучающихся по очной форме обучения (404 респондента (78,3 %)) имела опыт работы только в ЭИОС образовательной организации высшего образования – в ЭИОС Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Таблица 1

Опыт работы выпускников с образовательными платформами электронного обучения в период с момента поступления в образовательную организацию до начала периода обучения с применением ДОТ

№ п/п	Уровень психологической готовности	Число респондентов	Доля респондентов,%
1	Имелся опыт работы только с образовательными платформами РФ	74	14,3
2	Имелся опыт работы как с образовательными платформами РФ, так и с зарубежными образовательными платформами	38	7,4
3	Имею опыт работы только в ЭИОС образовательной организации	404	78,3
	Всего	516	100

Таблица 2

Результат сдачи ГЭ обучающихся без опыта работы с образовательными платформами

№ п/п	Полученная оценка	Количество обучающихся	Доля обучающихся,%
1	Удовлетворительно	202	50
2	Хорошо	119	29,5
3	Отлично	83	20,5
	Всего	404	100

Таблица 3

Результат защиты ВКР обучающихся без опыта работы с образовательными платформами

№ п/п	Полученная оценка	Количество обучающихся	Доля обучающихся,%
1	Удовлетворительно	187	46,3
2	Хорошо	138	34,2
3	Отлично	80	19,8
	Всего	404	100

Данные, приведённые в таблице, констатируют, что только 74 выпускника (14,3%) имели опыт работы с образовательными платформами электронного обучения РФ и лишь 38 (7,4%) – имели опыт работы как с образовательными платформами электронного обучения РФ, так и с зарубежными образовательными платформами.

С целью дальнейшего выявления взаимозависимостей нами были проанализированы итоги государственных аттестационных испытаний (ГАИ): результаты сдачи государственного экзамена (ГЭ) и результаты защиты ВКР. В табл. 2 и 3 приведены результаты сдачи ГЭ и защиты ВКР обучающихся, которые не обладали опытом работы с образовательными платформами.

Анализ полученных данных показал, что среди результатов обучающихся, не обладающих опытом работы с образовательными платформами, оценка «удовлетворительно» выставлена почти в половине случаев: 50% и 46,3% обучающихся получили оценку «удовлетворительно» по результатам сдачи ГЭ и защиты ВКР соответственно. Такой результат мог стать следствием отвлечения обучающихся от подготовки к ГЭ и к защите ВКР на изучение технической составляющей образовательной платформы, результатом дискомфорта при нахождении в нестандартной обстановке или итогом волнения за качество управления процессом приёма и передачи информации, за наличие и устойчивость связи интернет-соединения и т.д.

В табл. 4 и 5 приведены оценки результатов сдачи ГЭ и защиты ВКР обучающихся, обладающих опытом работы с образовательными платформами как РФ, так и их зарубежными аналогами.

Таблица 4

Результат сдачи ГЭ обучающихся, обладающих опытом работы с образовательными платформами

№ п/п	Полученная оценка	Количество обучающихся	Доля обучающихся, %
1	Удовлетворительно	33	29,5
2	Хорошо	49	43,7
3	Отлично	30	26,8
4	Всего	112	100

Таблица 5

Результат защиты ВКР обучающихся, обладающих опытом работы с образовательными платформами

№ п/п	Полученная оценка	Количество обучающихся	Доля обучающихся, %
1	Удовлетворительно	22	19,6
2	Хорошо	58	51,8
3	Отлично	32	28,6
4	Всего	112	100

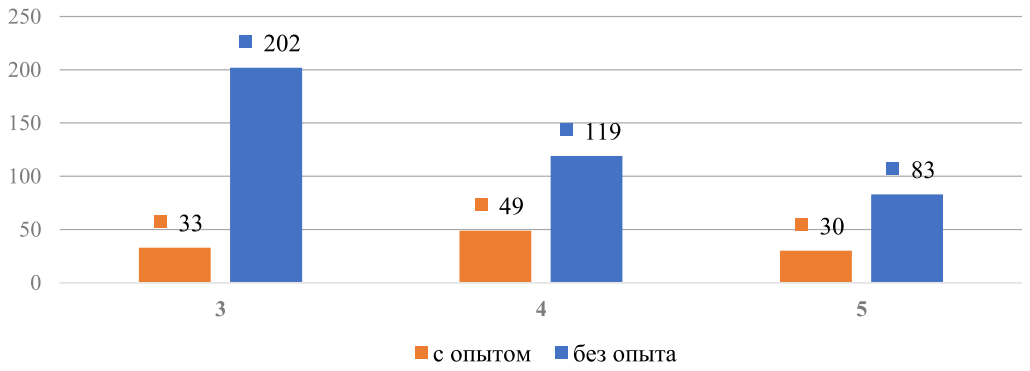


Рис. 1. Результат сдачи ГЭ

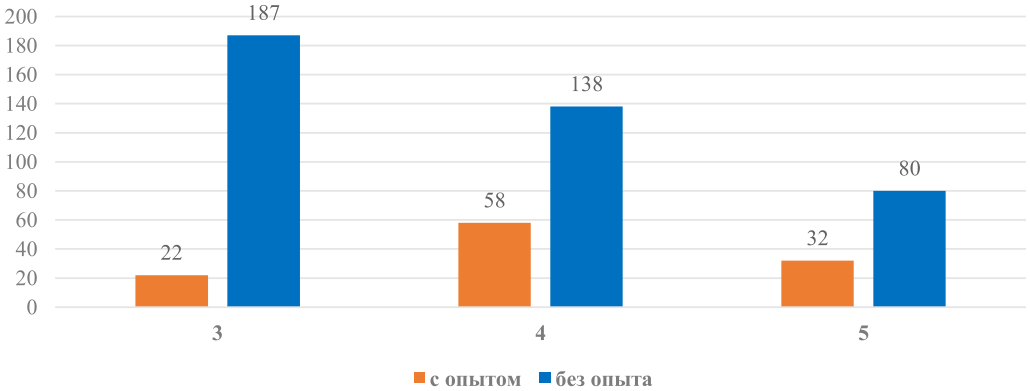


Рис. 2. Результат защиты ВКР

Анализ приведённых в таблицах данных показал, что среди результатов 112 обучающихся, обладающих опытом работы с образовательными платформами, преобладает оценка «хорошо».

На рис. 1 и 2 приведены данные сравнительного анализа результатов сдачи ГЭ и защиты ВКР обучающихся выпускных курсов.

Сравнительный анализ показал, что результаты сдачи ГЭ и защиты ВКР об-

учающихся, обладающих опытом работы с образовательными платформами, превышают результаты обучающихся, у которых данный опыт отсутствует. Средний балл результатов обучающихся из анализируемых групп представлен на рис. 3.

Таким образом, исходя из анализа первично полученных данных, можно сформулировать следующие выводы:

– опыт работы с электронными образовательными платформами коррелирует с итогами ГАИ (результатами сдачи ГЭ и результатами защит ВКР);

– большинство выпускников столкнулись с проблемами при экстренном переходе на дистанционный формат обучения в завершающем семестре.

Поэтому нами были проанализированы наиболее значимые факторы, которые повлияли на качество подготовки и прохождения выпускниками ГИА. С этой целью анкеты включили вопросы по отдельным аспектам процесса подготовки и прохождения ГИА:

– экспертная оценка уровня готовности научного руководителя к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС;

– экспертная сравнительная оценка ДОТ организации и проведения ГИА;

– оценка обучающихся уровня собственной психологической готовности к дистанционной защите ВКР на основе ЭИОС;

– оценка обучающихся уровня своей готовности к использованию нового программного обеспечения в период ГИА;

– оценка влияния отсутствия «живого» общения с научным руководителем на трудозатраты при разработке ВКР и подготовке к защите.

Степень участия выпускников, педагогов и офицеров из числа административных работников в констатирующем эксперименте приведена в табл. 6.

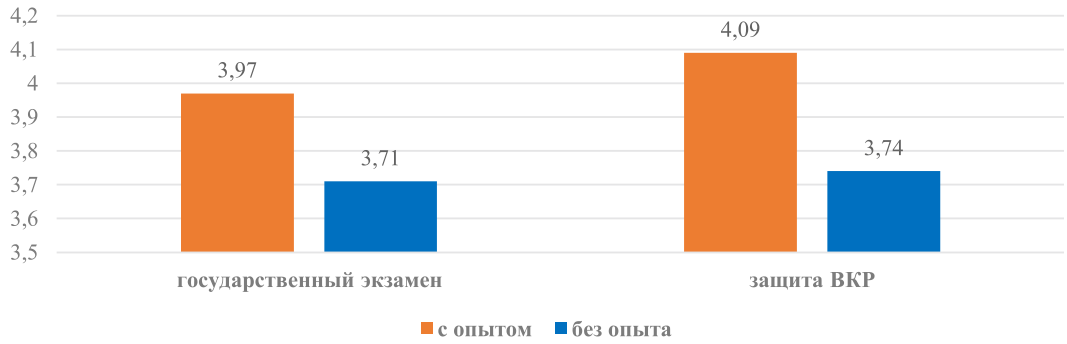


Рис. 3. Средний балл обучающихся по итогам ГАИ

Таблица 6

Сводные данные об участниках дистанционного электронного опроса

№ п/п	Название	Число респондентов, участвующих в опросе (всего респондентов)	Доля респондентов, %
1	Экспертная оценка уровня готовности научного руководителя к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС	482 (889)	54,2
2	Экспертная сравнительная оценка ДОТ организации и проведения ГИА	574 (889)	64,6
3	Оценка обучающихся уровня собственной психологической готовности к дистанционной защите ВКР на основе ЭИОС	507 (889)	57
4	Оценка обучающихся уровня своей готовности к использованию нового программного обеспечения в период ГАИ (сдача ГЭ и защита ВКР)	504 (889)	56,7
5	Оценка влияния отсутствия «живого» общения с научным руководителем на трудозатраты при разработке ВКР и подготовке к защите	490 (889)	55,1

Таблица 7

Результаты экспертной оценки уровня готовности научных руководителей к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС

№ п/п	Уровень готовности	Число респондентов	Доля респондентов,%
1	Полная готовность, переход не повлиял на частоту и качество консультаций	222	46,1
2	Консультации возобновились после прохождения научным руководителем обучающего семинара	146	30,3
3	Научному руководителю потребовалось дополнительное время для перехода на дистанционные консультации	81	16,8
4	Крайне низкая готовность, потребовалось обратиться к руководству с просьбой о замене научного руководителя	33	6,8
	Всего	482	100

Таблица 8

Предпочтения обучающихся при возможности выбора технологии ГИА

№ п/п	Технология организации и проведения ГИА	Число респондентов	Доля респондентов,%
1	Очная	303	52,8
2	Дистанционная	271	47,2
	Всего	574	100

В экспертной оценке уровня готовности научных руководителей к переходу на форму дистанционного руководства выпускниками очной формы обучения, а также к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС выступили руководители кафедр (12), методисты факультетов (8) и учебно-методического центра (5), а также 457 обучающихся.

В табл. 7 приведены результаты экспертной оценки уровня готовности научных руководителей к переходу на форму дистанционной образовательной деятельности с выпускниками очной формы обучения и к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС.

Приведённые в таблице сводные данные позволяют отметить, что почти половина научных руководителей на момент 1 апреля 2020 г. являлась достаточно адаптивной к резким изменениям в формате и содержании своей деятельности.

Тем не менее проведённый нами анализ готовности научных руководителей к использованию нового программного обеспечения в рамках ЭИОС в период руководства ВКР на основе экспертной оценки выявил значительный потенциал в повышении эффективности руководства выпускниками в период подготовки и прохождения ГИА, так как более половины научных руководителей (260 педагогов (53,9 % от числа всех респондентов) имели трудности при переходе на дистанционный формат взаимодействия с обучающимися, а именно:

– для проведения консультаций на необходимом качественном уровне 146 научным руководителям (30,3 % от числа всех респондентов) потребовался обучающий семинар;

– 81 научному руководителю (16,8 % от числа всех респондентов) потребовалось дополнительное время для перехода на дистанционные занятия и консультации;

– 33 педагога (6,8 % от числа всех респондентов) имели крайне низкую готовность, что предопределило замену научного руководителя.

В табл. 8 приведены результаты анализа предпочтений обучающихся при возможности выбора технологии ГИА.

Данные, приведённые в табл. 8, доказывают, что готовность к дистанционному формату подготовки и защиты ВКР осознавали менее половины выпускников. Большая часть выпускников при возможности выбора предпочла бы классический очный формат проведения ГИА.

В табл. 9 приведены результаты ответов обучающихся на вопрос об их самооценке уровня психологической готовности к защите ВКР в дистанционном формате.

Полученные результаты коррелируют с приведёнными данными в табл. 8 (выбор технологии проведения ГИА) и предопределяют выводы о том, что более половины респондентов считали себя психологически не готовыми к дистанционному формату

подготовки и защиты ВКР и выбрали бы классическую очную форму защиты ВКР.

В табл. 10 приведены результаты оценки обучающихся своей готовности к использованию нового программного обеспечения в период сдачи ГЭ и защиты ВКР.

Анализ приведённых в табл. 10 данных показал, что самостоятельно подготовиться (на основе изучения разработанной инструкции по использованию нового программного обеспечения) к сдаче ГЭ и защите ВКР оказался способен лишь 151 выпускник (30 % от общего числа респондентов). После изучения инструкции по использованию программного обеспечения на своих личных компьютерах обучающий семинар потребовался 287 выпускникам (86,9 % от общего числа респондентов). Инструкции и семинара было недостаточно 56 выпускникам (11,1 % от общего числа респондентов) – им потребовались дополнительные занятия и консультации. Обращение к специалистам за помощью потребовалось 10 выпускникам (2 % от общего числа респондентов), т.е. инструкций, семинара, дополнительных занятий и консультаций им было недостаточно.

В табл. 11 приведены результаты анализа ответов обучающихся на вопрос о влиянии отсутствия «живого» общения с научным руководителем на трудозатраты при разработке ВКР.

Анализ данных, приведённых в таблице, позволяет сделать вывод в том, что, по мнению 239 выпускников (48,8 % от общего числа респондентов), отсутствие «живого» общения с научным руководителем отрицательно повлияло на трудозатраты при написании ВКР и ее качество. При этом положительную динамику отметили 32 выпускника (6,5 % от общего числа респондентов).

Таблица 9

Самооценка выпускников уровня психологической готовности к защите ВКР в дистанционном формате

№ п/п	Уровень готовности	Число респондентов	Доля респондентов, %
1	Полная готовность	263	51,9
2	Недостаточная готовность	196	38,7
3	Крайне низкая готовность	48	9,4
	Всего	507	100

Таблица 10

Оценка выпускников уровня своей готовности к использованию нового программного обеспечения в период сдачи ГЭ и защиты ВКР

№ п/п	Уровень готовности	Число респондентов	Доля респондентов, %
1	Полная готовность, изучение инструкции стало достаточным	151	30
2	Достаточная готовность, после прохождения обучающего семинара	287	56,9
3	Недостаточная готовность, требуются дополнительные занятия	56	11,1
4	Крайне низкая готовность, требуется обращение к специалистам	10	2
	Всего	504	100

Таблица 11

Оценка влияния отсутствия «живого» общения с научным руководителем на трудозатраты при разработке ВКР

№ п/п	Влияние отсутствия «живого» общения на трудозатраты при разработке ВКР	Число респондентов	Доля респондентов, %
1	Никак не повлияло	219	44,7
2	Положительно	32	6,5
3	Отрицательно	156	31,9
4	Крайне отрицательно	83	16,9
	Всего	490	100

Выводы

Переосмысление приведённых результатов констатирующего эксперимента позволило утверждать, что отсутствие научного обоснования и опыта применения онлайн-технологий при массовом переходе очного обучения на дистанционный формат предопределило объективные трудности управления образовательным процессом в период пандемии. При этом проблемы в адаптации к дистанционному формату образовательного процесса психологического характера детерминируют разработку системы мер организационно-методической и психологической поддержки всех субъектов образования [6; 7].

В целом мы можем констатировать, что наиболее значимыми задачами при экстренном переводе выпускников очной формы обучения на дистанционный формат подготовки и проведения ГИА являлись:

– разработка локальной нормативной базы дистанционной подготовки и проведения ГИА с применением ЭИОС;

– усиление материально-технической базы как в образовательной организации, так и на удалённых рабочих местах выпускников и научных руководителей;

– разработка модели дистанционной подготовки и проведения ГИА с применением ЭИОС;

– обеспечение методической поддержки выпускников и научных руководителей при дистанционной подготовке и защите ВКР;

– уточнение порядка учёта консультаций и других элементов подготовки и защиты ВКР;

– уточнение порядка учёта рабочего времени и оплаты труда научных руководителей при дистанционной подготовке и защите ВКР;

– формирование готовности научного руководителя к переходу на дистанционную подготовку и защиту ВКР;

– формирование готовности выпускников к переходу на дистанционную подготовку и защиту ВКР.

В результате переосмысления сформулированных результатов констатирующего эксперимента мы пришли к выводу о необходимости разработки комплексной педагогической программы формирования готовности субъектов образования к экстренному переходу организации образовательного процесса в дистанционном формате на основе ЭИОС образовательной организации.

Список литературы

1. Сайт ЮНЕСКО COVID-19 Educational Disruption and Response. [Electronic resource]. URL: https://en.unesco.org/covid19/educationresponse (date of access: 21.08.2020).

2. Минаев А.И., Исаева О.Н., Кирьянова Е.А., Горнов В.А. Особенности организации деятельности вуза в условиях пандемии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29858 (дата обращения: 20.08.2020).

3. Уроки «стресс-теста». Вузы в условиях пандемии и после нее. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf (дата обращения: 20.08.2020).

4. Поддержка ЮНЕСКО: Образовательный ответ на COVID-19. [Электронный ресурс]. URL: https://en.unesco.org/covid19/educationresponse. (дата обращения: 20.08.2020).

5. Обучение продолжается: ЮНЕСКО объединяет международные организации, гражданское общество и партнеров из частного сектора в широкую Коалицию по вопросам образования. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.unesco.org/news/obuchenieprodolzhaetsya-yunesko-obedinyaet-mezhdunarodnye-organizacii-grazhdanskoe-obshchestvo (дата обращения: 17.08.2020).

6. Булат Р.Е., Шадрина Е.Ю. Актуальные вопросы управления качеством личностно-ориентированного профессионального образования // Инженерное образование. 2010. № 6. С. 36–43.

7. Булат Р.Е. Документационное обеспечение деятельности коллектива университета в системе управления качеством образования // Инженерное образование. 2007. № 4. С. 136.

УДК 378

КАФЕДРА ПЕДАГОГИКИ И ПСИХОЛОГИИ: НЕПРЕРЫВНОСТЬ, ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ, СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ РАЗВИТИЯ

[1]Воскрекасенко О.А., [2]Сергеева С.В.

[1]ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: voskr99@rambler.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: sergeeva@penzgtu.ru

В статье раскрывается роль кафедры педагогики и психологии Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета в осуществлении профессиональной подготовки педагогических кадров в условиях региональной системы образования. На основе анализа архивных источников выделены этапы в развитии кафедры: становления кафедры в тяжелейших условиях военных и первых послевоенных лет (1940-е гг.); активного развития и функционирования кафедры как структурного подразделения Педагогического института (1950–1960-е гг.); стабильного функционирования в оптимальном режиме (1970–1980-е гг.); смены поколений в условиях реформирования системы общего и профессионального образования (1990-е гг.); качественного обновления и совершенствования деятельности в условиях модернизации высшего педагогического образования (начало XXI в.); реструктуризации и изменения кадрового состава кафедры в условиях обновления содержания профессиональной подготовки будущих учителей в ходе стандартизации образования (2016 г. – по настоящее время). На основе анализа многолетнего опыта, ведущих тенденций, а также современного состояния определены общие и по основным направлениям деятельности стратегические ориентиры в дальнейшем развитии кафедры педагогики и психологии как учебно-научного подразделения университета.

Ключевые слова: кафедра педагогики и психологии, непрерывность, преемственность, профессиональная подготовка, будущие учителя, этапы развития, тенденции, стратегические ориентиры

DEPARTMENT OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY: CONTINUITY, SUCCESSION, STRATEGIC ORIENTATIONS OF DEVELOPMENT

[1]Voskrekasenko O.A., [2]Sergeeva S.V.

[1]Penza State University, Penza, e-mail: voskr99@rambler.ru;
[2]Penza State Technological University, Penza, e-mail: sergeeva@penzgtu.ru

The article reveals the role of the Department of Pedagogy and Psychology of the Pedagogical Institute. V.G. Belinsky Penza State University in the implementation of professional training of teaching staff in the context of the regional education system. Based on the analysis of archival sources, the stages in the development of the department are highlighted: the formation of the department in the most difficult conditions of the war and the first post-war years (40s of the XX century); active development and functioning of the department as a structural subdivision of the Pedagogical Institute (50s – 60s of the XX century); stable functioning in the optimal mode (70s – 80s of the XX century); the change of generations in the context of reforming the system of general and vocational education (90s of the XX century); qualitative renewal and improvement of activities in the context of modernization of higher pedagogical education (the beginning of the XXI century); restructuring and changing the staff of the department in the context of updating the content of the professional training of future teachers in the course of standardization of education (2016 – present). Based on the analysis of many years of experience, leading trends, as well as the current state, general and strategic guidelines for the further development of the Department of Pedagogy and Psychology as an educational and scientific unit of the university have been determined.

Keywords: Department of Pedagogy and Psychology, continuity, succession, professional training, future teachers, stages of development, trends, strategic guidelines

Ключевым понятием, характеризующим подготовку обучающихся в условиях современного общества, является качество. Именно от качества осуществляемой вузом профессиональной подготовки выпускников зависят его роль и место в образовательной системе региона или страны в целом. Основным структурным звеном, определяющим качество деятельности образовательной организации высшего образования, является кафедра. Именно она обеспечивает непосредственный контакт со студентами и прямое воспитательное, учебное и научное воздействие на них [1–3]. В образовательных организациях высшего образования, осуществляющих профессиональную подготовку будущих педагогов, таким звеном выступает кафедра педагогики и психологии [4, 5]. В связи с этим представляется значимым обращение к опыту подготовки педагогических кадров профессорско-преподавательским составом кафедры педагогики и психологии Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета, отметившей в 2019 г. свое 80-летие.

Цель исследования: проанализировать опыт деятельности кафедры педагогики и психологии, определить основные этапы,

тенденции и стратегические ориентиры ее развития.

Материалы и методы исследования

В качестве главных методов исследования выступили общетеоретические методы: анализ историко-педагогических источников и научной литературы, обобщение и систематизация полученных на его основе данных.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с приказом Облоно, утвержденным в НКП РСФСР 22 августа 1939 г., был создан Пензенский учительский институт и определены его структурные подразделения, в том числе и кафедра педагогики (педагогики и психологии с 2016 г.). В своем развитии кафедра прошла ряд этапов [5].

Первый этап (1940-е гг.) явился периодом становления кафедры в тяжелейших условиях военных и первых послевоенных лет. Для него был характерен ряд тенденций. В условиях дефицита учительских кадров одной из ведущих тенденций выступила реализация социального заказа по их профессиональной подготовке для учреждений общего образования г. Пензы и Пензенской области. В связи с этим благодаря энтузиазму преподавателей, стоявших у истоков кафедры, в эти годы осуществлялся поиск путей и механизмов подготовки будущих учителей в условиях отсутствия должного числа профессорско-преподавательского состава, а также учебно-методического обеспечения учебного процесса. Одновременно на этапе становления кафедры закладывались основы кафедральных традиций, среди которых: основные направления деятельности, работа кабинета педагогики, активная общественно-педагогическая деятельность сотрудников и т.д. Основополагающим для всей деятельности кафедры данного периода было следование принципам идейной направленности, связи теории с практикой и жесткой централизации в управлении.

Второй этап (1950–1960-е гг.) стал периодом активного развития и функционирования кафедры как структурного подразделения Педагогического института. Ведущей тенденцией данного периода явилось тесное взаимодействие преподавателей кафедры с руководителями и учителями общеобразовательных школ, что усиливало ее практическую направленность и отражало социальный заказ на практико-ориентированную подготовку будущих педагогов. Преподаватели кафедры стремились работать в рамках главных задач образовательной политики государства, которая ориентировала на связь школы с жизнью. Деятельность преподавателей в этот период осуществлялась в соответствии с уже ставшими традиционными направлениями, которые в комплексе обеспечивали качественную подготовку будущих педагогов преимущественно для учреждений общего образования города и области. Коллектив кафедры гордился своими традициями и старался во всем им следовать.

Особенность развития кафедры заключалась и в том, что в ее состав были включены кафедры психологии и физического воспитания, что сказалось на специфике содержания и организации педагогической и общественной деятельности коллектива. Отражением одной из общих тенденций развития института в рассматриваемый период стала организация на кафедре деятельности научных студенческих кружков по педагогике и психологии. Еще одним важным направлением развития кафедры явилось просвещение будущих педагогов и родителей учащихся базовых школ высшего учебного заведения по актуальным проблемам педагогики и физкультурно-оздоровительным темам. Особое внимание в ходе развития кафедры было обращено на решение проблемы ее кадровой обеспеченности, которое осуществлялось за счет приглашения по конкурсу квалифицированных преподавателей «со стороны» или посредством обучения своих кадров в аспирантуре по целевому направлению.

Третий этап (1970–1980-е гг.) можно назвать периодом стабильного функционирования в оптимальном режиме. Задачи развития кафедры как структурного подразделения вуза определялись преимущественно решениями партийных съездов, постановлений ЦК КПСС и советского правительства, что отражалось на содержательной стороне всего педагогического процесса. Основным средством пополнения преподавательского состава кафедры и повышения его квалификации как условия эффективного решения стоящих перед ней задач стала целевая аспирантура бывших выпускников института. Особенностью деятельности преподавателей кафедры педагогики в этот период явилось, с одной стороны, совершенствование качества подготовки будущих педагогов за счет разработки рабочих программы по курсу психолого-педагогических дисциплин на основе типовых, с другой – оказание научно-методической помощи руководителям и учителям общеобразовательных учреждений (позже – в том числе и инновационных).

Спецификой профессиональной подготовки будущих педагогов стал ее практико-ориентированный характер, который выражался в создании и реализации системы ранней профориентационной работы среди учащихся общеобразовательных школ и формировании у учителей готовности к ее осуществлению, а также в расширении сети педагогических практик у студентов за счет нового вида практики – пионерской, проводимой в детских лагерях летнего отдыха.

Четвертый этап (1990-е гг.) характеризовался сменой поколений в условиях реформирования системы общего и профессионального образования. Определяющим в деятельности профессорско-преподавательского состава кафедры явилось его коренное обновление, совпавшее во времени с кардинальными изменениями в области образования. Одним из важных условий качественной подготовки будущих педагогов стало проведение грамотной кадровой политики руководством вуза и кафедры, направленной на воспроизводство собственного кадрового потенциала из выпускников вуза. В переходный период профессорско-преподавательский состав кафедры не только не растерял то позитивное, что было накоплено предшественниками, но и приумножил, заложил новые традиции.

Пятый этап (начало XXI в.) стал периодом качественного обновления и совершенствования деятельности в условиях модернизации высшего педагогического образования. Системообразующим фактором развития кафедры выступила научно-исследовательская деятельность, реализуемая посредством созданных на ее базе и успешно функционировавших аспирантуры и Диссертационного совета. Их деятельность способствовала обеспечению научно-педагогическими кадрами самого вуза, повышению научно-педагогического потенциала управленческого состава общеобразовательных школ города и области, а также других регионов. В этот период научно-педагогический потенциал кафедры педагогики выступал одним из важнейших условий ее эффективной деятельности по осуществлению качественной профессиональной подготовки будущих педагогов для учреждений общего и дополнительного образования.

Шестой этап (2016 г. – по настоящее время) – период реструктуризации и изменения кадрового состава кафедры в условиях обновления содержания профессиональной подготовки будущих учителей в ходе стандартизации образования. Ключевым видом деятельности на данном этапе выступает учебно-методическая работа в связи с необходимостью решения задачи реализации на высоком уровне образовательной деятельности по подготовке выпускников высшей профессиональной квалификации в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами. Характерными для деятельности кафедры являются осуществление многоуровневой профессиональной подготовки обучающихся, реализация основных образовательных программ на уровне бакалавриата, магистратуры и аспирантуры.

Объединение педагогов и психологов высокой квалификации в одном структурном подразделении можно рассматривать как знаковую предпосылку для дальнейшей эффективной деятельности структурного подразделения на междисциплинарной основе. Для того чтобы потенциал стал реальным, необходимо определить стратегические ориентиры деятельности кафедры. В свою очередь, их определение должно опираться на выявленные тенденции в развитии кафедры, ее конструктивный опыт в решении стоящих перед ней задач на современном этапе.

Как показывают современные исследования (С.А. Касперович, Ю. Платонова, С.Д. Резник, Н.Г. Синяк и др.), одним из важнейших факторов эффективного функционирования кафедры как учебно-научного структурного подразделения вуза является разработанность научно обоснованной стратегии ее развития, представляющей всесторонний комплексный план долгосрочного развития, предназначенный для реализации миссии кафедры. Разработка и реализация стратегии развития кафедры позволяют: оперативно реагировать на изменения в области требований к качеству профессиональной подготовки педагогических кадров и прикладной направленности научных исследований; результативно использовать имеющиеся ресурсы и возможности; противостоять усиливающейся на рынке образовательных услуг конкуренции; минимизировать деятельность, не отвечающую главным интересам и целям, и направить высвободившиеся ресурсы на решение наиболее важных задач.

Разработка и обоснование стратегии развития – одна из актуальных задач кафедры педагогики и психологии на сегодняшний день. Не претендуя на разработку стратегии развития кафедры (это долгий труд целого коллектива), на основе анализа ее многолетнего опыта, ведущих тенденций, а также современного состояния сформулируем ее миссию и отметим возможные общие и по основным направлениям деятельности стратегические ориентиры

в дальнейшем развитии кафедры педагогики и психологии как учебно-научного подразделения университета.

Миссия кафедры видится в том, чтобы, приумножая традиции Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета, используя новейшие образовательные технологии и достижения педагогической науки, готовить выпускников высшей профессиональной квалификации, обладающих глубокими теоретическими и прикладными знаниями и компетенциями в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами, а также активно участвовать в производстве, распространении и использовании новейших фундаментальных и прикладных знаний в области обучения, воспитания и развития личности в целях приумножения человеческого потенциала российского общества.

В качестве общих стратегических ориентиров в развитии кафедры педагогики и психологии можно выделить следующие позиции: позиционирование кафедры как ведущего регионального центра, осуществляющего психолого-педагогические исследования фундаментального и прикладного характера в г. Пензе и Пензенской области; сохранение и укрепление позиции кафедры по всем направлениям деятельности и на всех уровнях, что способствует формированию позитивного имиджа структурного подразделения; придание научно-исследовательской деятельности характера системообразующего фактора путем внесения вклада в развитие педагогической и психологической наук, создания новых научных школ, существенного расширения сферы и масштабов прикладных научных исследований, превратив их в органическую часть образовательной деятельности кафедры; претворение в жизнь принципа непрерывности образования посредством реализации программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, программ дополнительного педагогического образования, а также расширения спектра образовательных услуг; создание при кафедре технически оборудованной учебно-научной психолого-педагогической лаборатории как формы интеграции фундаментальных и прикладных исследований, научно-исследовательской деятельности и образовательного процесса.

Стратегическими ориентирами в учебно-методической деятельности выступают: поддержание учебно-методических комплексов по всем образовательным программам и учебным дисциплинам, закрепленным за кафедрой, в актуальном состоянии в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также оперативное реагирование на изменения нормативных документов и приведение учебно-методической работы и документации кафедры в соответствие с ними; интеграция образовательного процесса в профессионально-практическую деятельность отрасли, разработка и реализация части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений, в соответствии с перспективными потребностями системы образования г. Пензы и Пензенской области; привлечение к преподаванию педагогов-практиков из образовательных организаций г. Пензы и Пензенской области для реализации программ бакалавриата и магистратуры; усиление исследовательского компонента в образовательном процессе; разработка и публикация учебных и учебно-методических пособий по дисциплинам программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, дополнительным профессиональным программам переподготовки; использование передового отечественного и зарубежного опыта осуществления образовательного процесса, в том числе за счет материалов, размещенных в свободном доступе на сайтах ведущих университетов; разработка и внедрение в образовательный процесс онлайн-курсов в сочетании с традиционными формами организации деятельности; превращение ЭИОС в рабочий инструмент организации, руководства и контроля самостоятельной работы студентов, а также оперативного взаимодействия с ними.

Стратегические ориентиры в научно-исследовательской деятельности: придание научно-исследовательской работе характера системообразующего фактора, определяющего содержание и эффективность всех направлений деятельности структурного подразделения; уточнение заявленных в «Тематическом плане кафедральных (инициативных) НИР» и закрепленных за кафедрой тем научно-исследовательской работы, выработка единого направления исследований с учетом современного состояния педагогической (психологической) науки, запросов педагогической практики, а также научных интересов и потенциала профессорско-педагогического состава; построение уровневой системы научно-исследовательской работы с обучающимися бакалавриата, магистратуры и аспирантуры с учетом их научных интересов и закрепленных за кафедрой тем научных исследований; создание признанной широкой педагогической общественностью научной школы; формирование устойчивых кооперационных связей между научными направлениями кафедры и отечественными

(зарубежными) научными, научно-производственными и учебно-научными структурами университетов и работодателей; определение и разработка инструментария позиционирования и продажи результатов научно-исследовательской деятельности кафедры на рынке интеллектуальных услуг; расширение сферы и масштабов прикладных научных исследований, превращение их в органическую часть образовательной деятельности кафедры; повышение представленности преподавателей кафедры в международных (прежде всего, Web of Science и Scopus) и российских (РИНЦ) базах цитирования, повышение индекса Хирша; участие в разного уровня и типа конкурсах отбора научных проектов на получение грантов; организация и проведение международных и Всероссийских научно-практических конференций в контексте научных изысканий профессорско-преподавательского состава кафедры и закрепленной за ней тематики НИР, с привлечением ведущих ученых из других регионов, представителей работодателей, педагогов-практиков; заключение договоров по привлечению денежных средств для реализации НИР.

В качестве стратегических ориентиров в организации воспитательной работы со студентами выделим: оказание научно-консультативной помощи структурным подразделениям и ответственным лицам на уровне кафедр, факультета, педагогического института и университета в целом по осуществлению научно обоснованной организации воспитательного процесса, разработке программ, концепций, освоению технологий и др.; организация работы по повышению психолого-педагогической компетентности кураторов студенческих групп; мониторинг психолого-педагогических проблем студенчества, оказание консультативной и психологической помощи; проведение со студентами 1–2-х курсов внеаудиторных занятий, направленных на повышение уровня межличностного взаимодействия, толерантного отношения к социальным, культурным, конфессиональным и этническим различиям, адаптированности к образовательному процессу вуза; организация воспитательных мероприятий, нацеленных на усиление взаимодействия студентов разных курсов (младших и старших), на выработку и поддержание традиций кафедры и направления «Педагогическое образование», традиций факультета, педагогического института и университета.

Заключение

За 80 лет кафедра педагогики и психологии Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета прошла долгий путь, внеся ощутимый вклад в подготовку педагогических кадров для региональной системы общего, профессионального и дополнительного образования. Сформулированные на основе анализа ее истории и современного состояния стратегические ориентиры могут послужить отправной точкой для разработки стратегии развития кафедры, что позволит формировать и наращивать ее позитивный профессиональный имидж на всех уровнях – факультета, университета, города и области, региона, страны, а также эффективно реализовывать миссию подготовки востребованных обществом педагогических кадров.

Список литературы

1. Блохина М.В. Внеучебная работа кафедры как фактор повышения качества образования в вузе // Инструменты и сервисы для оценки качества образования: материалы докладов научно-практической конференции. Тверь, 2014. С. 13–14.

2. Григораш О.В. Об организации деятельности кафедры современного вуза: опыт работы заведующего кафедрой // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 149–169.

3. Малашихина И.А., Ковязина В.М. Инновационная деятельность педагогического научного коллектива кафедры вуза как фактор его // Сибирский педагогический журнал. 2010. № 5. С. 336–341.

4. Кулебякина М.Ю., Горшенина С.Н. Базовая кафедра педагогического вуза: практический опыт // Высшее образование в России. 2016. № 10 (205). С. 107–112.

5. Полукаров В.В., Сергеева С.В., Воскрекасенко О.А. Кафедра педагогики и психологии Пензенского государственного университета: история и современность: монография. Пенза: ПГУ, 2019. 208 с.

УДК 378:372.854

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НОВОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УЧЕТОМ ИНЖЕНЕРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Голянская С.А., Агейкина О.В.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

В статье предложен вариант проектирования химических дисциплин с учетом инженерной направленности обучения, реализуемой в Тюменском индустриальном университете. Изложены подходы к формированию содержательной части новой химической дисциплины, основанные на анкетном опросе преподавателей и контент-анализе рабочих программ профильных дисциплин направления «Техносферная безопасность» профиля «Безопасность технологических процессов и производств». Показаны межпредметные связи дидактических единиц с профильными дисциплинами, обозначены наиболее важные разделы и темы. Проведен посеместровый анализ учебного плана на предмет востребованности химических знаний в профильном образовании и скорректировано содержание дидактических единиц курса «Химия». Наглядно показано перераспределение разделов и тем между двумя химическими дисциплинами для уменьшения информационной перегруженности курса «Химия» и обеспечения преемственности тем по параллельно изучаемым химическим дисциплинам. Подробно представлена содержательная часть новой вариативной дисциплины «Основы инженерной химии» по разделам и их значимость в инженерной подготовке. Проведена апробация новой дисциплины с корректировкой учебного плана. Анкетный опрос обучающихся старших курсов и выпускников направления «Техносферная безопасность» показал, что изучение основ инженерной химии облегчает восприятие учебной информации профильных дисциплин.

Ключевые слова: основы инженерной химии, инженерная подготовка бакалавров, профессиональные компетенции, техносферная безопасность, безопасность технологических процессов и производств

DESIGNING THE CONTENT OF A NEW CHEMICAL DISCIPLINE TAKING INTO ACCOUNT THE ENGINEERING DIRECTION

Golyanskaya S.A., Ageykina O.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

The article proposes a variant of designing chemical disciplines, taking into account the engineering orientation of education, implemented at the Tyumen Industrial University. Approaches to the formation of content of the new chemical discipline, based on a questionnaire survey of teachers and content analysis of the work programs of core disciplines in the direction Technosphere safety of the profile Safety of technological processes and productions, are described. The interdisciplinary connections of didactic units with specialized disciplines are shown, the most important sections and topics are indicated. A semester analysis of the curriculum for the relevance of chemical knowledge in specialized education was carried out and the content of didactic units of the chemistry course was adjusted. The redistribution of sections and topics between the two chemical disciplines is clearly shown in order to reduce the information overload of the Chemistry course and ensure the continuity of topics in parallel studied chemical disciplines. The content of the new variable discipline Fundamentals of Engineering Chemistry is presented in detail by sections and their importance in engineering training. The approbation of the new discipline with the adjustment of the curriculum was carried out. A questionnaire survey of senior students and graduates of the Technosphere Safety direction showed that the study of the fundamentals of engineering chemistry facilitates the perception of educational information of specialized disciplines.

Keywords: fundamentals of engineering chemistry, engineering training of bachelors, professional competencies, techno sphere safety, safety of technological processes and productions

В XXI в. теоретики и практики инновационного инженерного образования подчеркивают необходимость формирования у специалиста в области техники и технологий не только определенных знаний, умений и навыков, но и особых компетенций, сфокусированных на способности применения их на практике. Соответствующим образом изменяются образовательные программы и учебные планы [1]. Возникает потребность в создании новых дисциплин.

Если ранее профессиональные компетенции образовательных программ формировались в основном на старших курсах, то на сегодняшний день требуется осуществить взаимосвязь академических знаний и практических умений уже в первый год обучения. В рамках компетентностного подхода знания, умения фундаментальных естественнонаучных дисциплин также входят в качестве составляющих профессиональных компетенций [2], для развития которых важен междисциплинарный подход.

При разработке дисциплины первым элементом в технологии обучения является проектирование содержательной части, включая отбор и структурирование учеб-

ного материала. В рамках данной работы не рассмотрены применяемые формы организации учебного процесса, методы и средства технологии обучения инженерной химии, что будет представлено в следующей работе. Материал данной статьи носит информативный характер и может быть использован при разработке образовательных программ по технико-технологическому направлению.

Цель исследования заключалась в формировании содержательной части новой дисциплины «Основы инженерной химии» в рамках химической подготовки бакалавров направления «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

Материалы и методы исследования

В исследовании использовались общетеоретические и социологические методы: анализ, синтез, классификация, анкетирование, изучение и обобщение педагогического опыта, анализ специализированной литературы, образовательной практики фундаментальной химической подготовки, анализ содержания дисциплины (контент-анализ).

Результаты исследования и их обсуждение

В инженерных вузах нашей страны имеется разный подход к изучению химических дисциплин при подготовке бакалавров направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» (ТБ) [3–5]. В учебные планы включены фундаментальные химические дисциплины, такие как «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Коллоидная химия». Либо фундаментальные знания данных дисциплин представлены в виде отдельных разделов в курсе химии высокой трудоемкости. Этой же позиции придерживался Тюменский индустриальный университет до перехода на новые образовательные стандарты ФГОС 3, ФГОС 3+.

В рамках новых образовательных стандартов, когда содержание образования регламентируется вузовскими образовательными программами, возрастает роль дисциплин вариативной части [6, 7], позволяющих осуществить профилизацию образовательной программы, проектирование содержания, формирование универсальных компетенций модернизированных ФГОС. Содержание фундаментальной химической подготовки бакалавров технико-технологических направлений также должно включать инвариантное ядро и вариативн Формирование профессиональных компетенций инженера возможно только за счет интеграции знаний, умений и навыков естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. Необходимость такой интеграции в профессиональной подготовке бакалавра направления «Техносферная безопасность» показана в работе [3].

Остается актуальной реализация принципа межпредметных связей, что позволяет наиболее полно связать образование с практической деятельностью в выбранной области [8]. Для успешного освоения профессионально значимых дисциплин в системе предлагается формировать содержание предметов естественнонаучного цикла на основе «учебно-профессионального заказа» [9]. Подобный заказ был получен от выпускающей кафедры техносферной безопасности Тюменского индустриального университета на разработку курса инженерной химии, сочетающего фундаментальные и профессиональные знания и навыки химических дисциплин.

При разработке нового курса, с целью установления межпредметных связей (МПС), был проведен анкетный опрос преподавателей кафедры техносферной безопасности, а также анализ рабочих программ профильных дисциплин учебного плана на предмет востребованности основных разделов «Химии» при их изучении. Результаты проведенного анализа представлены в табл. 1. Знаком «+» отмечены МПС между элементами содержания дисциплин для направления ТБ, профиль «Безопасность технологических процессов и производств» (БТП).

Из таблицы видно, что прослеживается востребованность всех дидактических единиц, включенных ранее в рабочую программу дисциплины «Химия». Наряду с важностью изучения свойств химических соединений, в профильном образовании бакалавра направления ТБ занимают особое место основы коллоидной и аналитической химии, а также наиболее важной является тема «Способы выражения состава раствора».

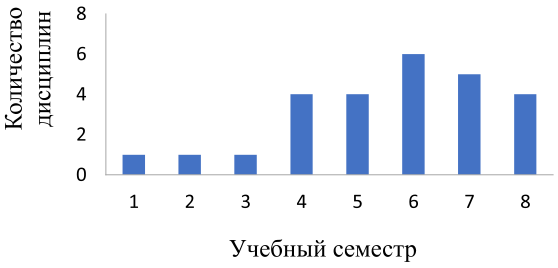
Согласно графику учебного процесса изучение химических дисциплин для БТП предусмотрено в первых трёх семестрах: базовая дисциплина «Химия» – первый, второй семестр, новая вариативная дисциплина «Основы инженерной химии» (ОИХ) – во втором и третьем семестрах, что согласуется с тем, что данные дисциплины будут формировать начальные элементы профессиональных знаний, умений, навыков для изучения последующих профильных дисциплин (рисунок).

Таблица 1

Межпредметные связи химических и профильных дисциплин для БТП

Разделы и темы дисциплины «Химия»		Дисциплины профиля БТП*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общая химия	Строение атома и молекулы			+		+					
	Способы выражения состава раствора			+			+	+	+	+	+
	Растворы электролитов	+		+						+	
	ОВР					+	+			+	
	Стехиометрические расчеты					+			+		+
Неорганическая химия	Обзор свойств элементов	+	+	+	+	+	+			+	
Органическая химия	Свойства углеводородов		+		+	+	+			+	
	Свойства производных углеводородов		+		+	+	+			+	
	Полимеры		+			+	+			+	
Физическая химия	Основы химической термодинамики		+			+				+	
	Химическая кинетика и катализ		+			+				+	+
	Химическое и гетерогенное равновесие	+	+							+	
	Свойства растворов		+	+							
	Электрохимические процессы		+		+					+	
Коллоидная химия	Поверхностные явления и адсорбция				+		+		+	+	
	Дисперсные системы			+		+	+	+		+	+
	Дисперсионный анализ			+			+	+	+	+	+
Аналитическая химия	Идентификация веществ, основы количественного анализа				+			+	+	+	+

Примечание. *Дисциплины, обозначенные цифрами: 1 – экология; 2 – ноксология; 3 – медико-биологические основы безопасности; 4 – производственная безопасность; 5 – теория горения и взрыва; 6 – промышленная экология; 7 – производственная санитария и гигиена труда; 8 – эксплуатация средств контроля безопасности; 9 – безопасность жизнедеятельности; 10 – основы экологического мониторинга.



Распределение по семестрам количества профильных дисциплин, имеющих МПС с химическими дисциплинами

С учётом востребованности химических знаний в профильном образовании бакалавра направления ТБ, целью дисциплины «Основы инженерной химии» является ознакомление обучающихся с основными физико-химическими характеристиками окружающей среды, химическими и физико-химическими методами их контроля и снижения уровня опасности.

Для достижения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

– познакомить обучающихся с основными физико-химическими характеристиками окружающей среды, с методами их контроля и расчета;

– дать представление о физико-химических процессах в дисперсных системах; о химических и физико-химических процессах, применяемых для снижения уровня опасности;

– привить навыки соблюдения техники безопасности в проведении химического эксперимента;

– научить обрабатывать и анализировать результаты эксперимента.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций: ПК-15 – Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; ПК-16 – Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов [10].

Таблица 2

Взаимосвязь разделов и тем химических дисциплин

Химия (разделы, темы)		Основы инженерной химии (элементы содержания)
Строение атома и молекулы (1)	⟷	Избирательность сорбции, свойства сорбентов, применяемых в промышленности (3)
Основы химической термодинамики (1)	⟷	Безопасность проведения адсорбционных процессов (3)
Химическая кинетика, катализ и равновесие (1)	⟷	Прогнозирование изменения концентрации химических процессов (2)
Способы выражения состава раствора (1)	⟷	Расчет и контроль концентрации в лабораторных и технологических измерениях (2)
Свойства растворов	→	Основные физико-химические характеристики окружающей среды. Практическое применение свойств (2)
Растворы электролитов (1)	⟷	Потенциометрия. Прогнозирование pH (2)
Окислительно-восстановительные реакции (2)	⟷	Окислительно-восстановительное титрование (2)
Электрохимические процессы (2)	⟷	Потенциометрия (2)
Обзор свойств элементов и их соединений (2)	⟷	Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания (3)
Коллоидная химия	→	Методы дисперсионного анализа. Физико-химические процессы в техносфере (3)
Стехиометрические расчеты	→	Волюмометрический анализ, гравиметрия, расчет плотности газа и др. (2)
Аналитическая химия	→	Основы количественного анализа. Примеры применения для анализа окружающей среды (2)
Органическая химия (2)	⟷	Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания (3)

Примечание. В схеме разделы и темы, полностью перенесенные в курс «Основы инженерной химии», отмечены знаком →, а межпредметные связи – знаком ⟷. Цифрами в скобках обозначены учебные семестры.

Результатом освоения дисциплины «ОИХ» является знание основных понятий, законов и моделей химических систем, реакционной способности веществ; основных физико-химических характеристик состояния окружающей среды и методов их измерения; умение применять полученные знания при решении задач; анализировать факторы, влияющие на физико-химические процессы; обрабатывать и анализировать результаты эксперимента; владение навыками в проведении эксперимента и обращения с химическими веществами.

При разработке новой дисциплины одной из задач было разгрузить информационно перегруженный курс «Химия», а также обеспечить преемственность тем, учитывая параллельное изучение двух химических дисциплин во втором семестре. Поэтому часть учебного материала была вынесена в курс «Основы инженерной химии» согласно табл. 2.

С учётом корректировки рабочей программы курса «Химия» содержание дисциплины «Основы инженерной химии» сформировано следующим образом. Во втором семестре большинство изучаемых тем опирается на знания, полученные ранее в первом семестре и при изучении школьной программы, а также на материал химии второго семестра, что позволяет не перегружать обучающихся большим количеством новой информации, повторять и закреплять знания.

Таким образом, содержательная часть второго семестра дисциплины «Основы инженерной химии» включает следующие разделы:

1. Стехиометрические расчеты. Рассмотрены простейшие стехиометрические понятия и законы, которые обобщены и применены во второй части при решении комплексных задач в разделе «Методы обезвреживания веществ» применительно к некоторым производственным процессам.

2. Основные физико-химические характеристики окружающей среды. Включает два подраздела, в которых рассматриваются такие характеристики, как растворимость, парциальное давление, плотность, различ-

ные способы выражения концентрации, вопросы нормирования содержания примесей, сделан акцент на единицы измерения и взаимосвязь между ними, влияние различных факторов на концентрацию, что важно в вопросах производственного контроля. Рассматривается практическое применение коллигативных свойств растворов.

3. Основы количественного анализа. Дана общая характеристика методов количественного анализа, рассмотрены методы, широко применяемые в инженерной практике применительно к исследованию физико-химических характеристик состояния окружающей среды: химические методы анализа: весовой, объемный; физико-химические: электрохимические, спектральные и др.

4. Кинетические характеристики химического процесса. Главная идея этого раздела в том, что концентрацию компонентов в системе можно не только определить аналитически, с помощью химических и инструментальных методов контроля, но и рассчитать изменение концентрации во времени на основании кинетических характеристик. Дается понятие порядка реакции, периода полураспада и предусмотрены расчеты с использованием кинетических уравнений. Также в этом разделе рассмотрены начальные сведения об особенностях гетерогенных, фотохимических, цепных реакций.

Как видно из табл. 2, раздел «Коллоидная химия», на изучение которого в курсе «Химия» отводилось достаточно большое количество часов, полностью перенесен в инженерную химию и составляет основу третьего семестра, поскольку изучение основных положений и моделей коллоидной химии является фундаментом для изложения специальных дисциплин направления «Техносферная безопасность».

В третьем семестре изучаются следующие разделы дисциплины:

5. Методы дисперсионного анализа.

6. Физико-химические процессы в дисперсных системах.

7. Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания.

В разделах 5, 6 рассматривается классификация примесей по фазово-дисперсному составу, оптические и молекулярно-кинетические методы исследования систем, поверхностные свойства дисперсных систем, основы сорбционных технологий и другие профессионально значимые вопросы [11].

Раздел 7 содержит сведения по защите окружающей среды и человека: классификация источников загрязнения, сущность методов снижения опасности, выбор метода в зависимости от фазово-дисперсного состава.

Таким образом, разделы 5 и 6 третьего семестра содержат для обучающихся в основном новую информацию по дисциплине «Основы инженерной химии», а раздел 7 является завершающим с обобщением информации, полученной при изучении химических дисциплин.

Изначально учебным планом дисциплины с трудоёмкостью 6 ЗЕТ были предусмотрены лекционные и практические занятия с промежуточными формами контроля – зачёт во втором и экзамен в третьем семестрах. При апробации новой дисциплины стало понятно, что привить навыки проведения химического эксперимента на практических занятиях не представляется возможным. В связи с чем был скорректирован учебный план дисциплины путем замены практических работ на лабораторные, рассчитанные на четыре часа раз в две недели.

По результатам анкетирования 60 % обучающихся направления ТБ отмечают, что инженерная химия труднее, но интересней курса «Химия». При этом 80 % обучающихся старших курсов и 100 % выпускников считают, что химические знания необходимы в их профессиональном образовании, а изучение основ инженерной химии облегчает восприятие учебной информации профильных дисциплин.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

– Для развития у обучающихся профессиональных компетенций необходимо создавать дисциплины естественнонаучного цикла с межпредметными связями.

– Проведенный контент-анализ рабочих программ и учебного плана позволил выявить наиболее значимые дидактические единицы химических дисциплин в профильном образовании бакалавров направления «Техносферная безопасность», профиля «Безопасность технологических процессов и производств».

– Спроектирована содержательная часть вариативной дисциплины «Основы инженерной химии» путём перераспределения дидактических единиц между информационно перегруженным курсом «Химия» и новой дисциплиной профессиональной направленности.

– Разработанная дисциплина расширяет профессиональный кругозор обучающихся и способствует формированию профессиональных компетенций с первого года обучения.

Список литературы

1. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И., Мельникова М.П., Пальмов В.А., Силина Е.Н. Современное инженерное образование: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 80 с.

2. Вострикова Н.М. Химическая компетенция бакалавров технико-технологических направлений и подходы к ее развитию // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 1. С. 141–145.

3. Харнутова Е.П. Особенности преподавания химических дисциплин при подготовке инженеров-бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» // Практика высшей школы. Вестник высшей школы. 2019. № 7. С. 96–97.

4. Денисова Л.В. Особенности контроля качества знаний при преподавании химии бакалаврам по техносферной безопасности // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сборник материалов VI Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 20 декабря 2014 г.): в 2 ч. Ч. 1 / Под ред. С.А. Михайличенко, С.Н. Ломаченко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 203–208.

5. Голянская С.А., Агейкина О.В. Актуальность корректировки учебного плана направления «Техносферная безопасность» профиль ИЗОС по химическим дисциплинам // Проблемы инженерного и социально-экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования: сборник материалов I Международной научно-практической конференции (Тюмень, 28 марта 2017 г.) / Отв. ред. О.В. Сарпова. Тюмень: ТИУ, 2017. С. 174–177.

6. Девисилов В.А. Принципы построения образовательных программ и технологии обучения по направлению «Техносферная безопасность» // Безопасность в техносфере. 2010. № 6. С. 54–62.

7. Галямина И.Г. Формирование содержания при модернизации государственных образовательных стандартов // Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема: материалы Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 4–6 октября 2018 г.). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. С. 22–26.

8. Горбунова Л.Г. Реализация междисциплинарного взаимодействия в химическом образовании студентов технического университета // Естественнонаучное образование: взгляд в будущее. М.: МГУ, 2016. С. 198–214.

9. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т., Ульянов А.И. Междисциплинарная связь курсов физики, безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГУ. 2014. 3 (203). С. 160–164.

10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 21 марта 2016. № 246, с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/71384972/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/#friends (дата обращения: 10.09.2020).

11. Голянская С.А., Берлина О.В. Коллоидная химия // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 10. С. 111–112.

УДК 37.018.43:004:376

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Дударева О.Б., Борченко И.Д.

ГБУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования, Челябинск, e-mail: dudarevaolga@mail.ru, skaterova@list.ru

В статье подведены итоги проведенного в 2019 г. мониторинга дистанционного обучения детей-инвалидов. Авторами прописаны методы и принципы сбора информации, а также результаты проведенного исследования в разрезе трех лет. Основной метод исследования – опрос, вид исследования – анкетирование по следующим показателям: уровень организации обучения детей-инвалидов с использованием дистанционных образовательных технологий, учет уровня подготовки обучающихся, качество организации обучения, определение времени работы за компьютером, отношение к дистанционному образованию. В ходе исследования был проведен опрос родителей (законных представителей), детей-инвалидов и педагогов школ. По итогам анализа данных авторами прописывается динамика результатов исследования, сопоставление данных трех категорий респондентов, а также обоснование полученных данных. Целью исследования является оценка качества предоставленных образовательных услуг и созданных условий для получения качественного образования посредством дистанционного образования детей-инвалидов. Задачей исследования является проведение анкетирования обучающихся школ и их родителей для определения эффективности предоставления образовательных услуг детям-инвалидам в дистанционном формате. Результаты исследования представлены в виде социолого-статистических данных с качественным анализом. Обработка полученных результатов исключала субъективный подход, так как осуществлялась машинным способом. При анализе результатов учитывался предел погрешности – от 1 до 10%.

Ключевые слова: дети-инвалиды, дистанционные образовательные технологии, дистанционное образование, мониторинг

FEATURES OF PERFORMANCE ASSESSMENT DISTANCE EDUCATION FOR DISABLED CHILDREN IN CHELYABINSK REGION

Dudareva O.B., Borchenko I.D.

The Chelyabinsk Institute of Retraining and Improvement of professional skill of Educators, Chelyabinsk, e-mail: dudarevaolga@mail.ru, skaterova@list.ru

The article summarizes the results of the monitoring of distance learning of children with disabilities carried out in 2019. The authors have prescribed methods and principles for collecting information, as well as the results of the study conducted in the context of three years. The main research method is a survey, the type of research is a questionnaire survey according to the following indicators: the level of organization of teaching children with disabilities using distance learning technologies, taking into account the level of training of students, the quality of training, determining the time of working at the computer, attitude to distance education. In the course of the study, a survey was conducted of parents (legal representatives), children with disabilities and school teachers. Based on the results of the analysis of the data, the authors prescribe the dynamics of the research results, a comparison of the data of three categories of respondents, as well as the justification of the data obtained. The aim of the study is to assess the quality of the conditions created for obtaining quality education through distance education for children with disabilities. The objective of the study is to conduct a survey of students in schools and their parents to determine the effectiveness of the provision of educational services to children with disabilities in a distance format. The research results are presented in the form of sociological and statistical data with qualitative analysis. The revealed trends based on the results of monitoring indicate the effectiveness of measures and management decisions carried out and taken, respectively, within the framework of the organization of education for children with disabilities using distance learning technologies.

Keywords: children with disabilities, distance learning technologies, distance education, monitoring

Особенностью современного образования является доступность образования для всех групп населения, в том числе для детей-инвалидов и детей с ограниченными возможностями здоровья. Анализ современной образовательной ситуации позволяет констатировать, что современная система образования ориентирована на удовлетворение социального запроса, формирующегося из индивидуальных образовательных потребностей обучающихся. Развитие дистанционного образования дало возможность детям-инвалидам, не выходя из дома, осваивать основные образовательные программы.

Дистанционное образование детей-инвалидов – это комплекс образовательных услуг, предоставляемых детям-инвалидам с помощью специализированной информационно-образовательной среды, базирующейся на средствах обмена учебной информацией на расстоянии [1].

Образовательное пространство организуется у ребенка дома с использованием информационно-коммуникационных технологий, удобных для маломобильных категорий инвалидности [2].

В рамках Положения «Об организации дистанционного образования детей-инвалидов» [3], а также приказа ГБУ ДПО ЧИППКРО от 11.04.2019 г. № 260 «О проведении мониторинга реализации дистанционного образования детей-инвалидов в Челябинской области», в апреле–мае 2019 г. на территории Челябинской области был проведен мониторинг образования детей-инвалидов, обучающихся на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

Материалы и методы исследования

В соответствии с концепцией проведения исследования в качестве объектов определены основные группы респондентов, деятельность которых определяет успешность образования детей-инвалидов, обучающихся на дому с использованием дистанционных образовательных технологий (далее – мероприятие): обучающиеся (дети, имеющие инвалидность); педагоги школ: сетевые преподаватели и педагоги-кураторы; родители (законные представители детей).

Полученные в ходе анкетирования данные были внесены в электронную базу с количественным (с применением методов математической обработки данных) и качественным описанием результатов. При предоставлении результатов и интерпретации их по отношению к целям самого мониторинга использована форма аналитического отчета [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Последний этап мониторинга проводился в апреле-мае 2019 г. Всего в рамках данного этапа было опрошено 224 (63,6% от общего количества участников мероприятия) респондента, в число которых входят все категории участников мероприятия. На вопросы анкеты ответили:

– 49 учащихся из 70 списочного состава (46%);

– 21 родитель из 70 (30,00%);

– 38 педагогов-кураторов из 47 (80,85%);

– 116 сетевых преподавателей из 165 (70,30%).

Данное количество респондентов на 15 мая 2019 г. составило 63,60% от числа участников мероприятия, что обеспечило валидность исследования, а также репрезентативность выборки.

Согласно утвержденной концепции мониторинга, для его проведения разработаны два типа анкет для каждой категории участников дистанционного образования детей-инвалидов (далее – ДОДИ) (дети, их родители, педагоги-кураторы и сетевые преподаватели): входная анкета, на вопросы которой респонденты отвечают на начальном этапе своего участия в дистанционном образовании детей-инвалидов, и промежуточная анкета, на вопросы которой отвечают участники образования детей-инвалидов в последующем [5].

Распределение ответов учащихся и их родителей на первый вопрос анкеты мониторинга, касающийся уровня организации обучения детей в дистанционном формате, показало следующее (табл. 1).

Уровень организации учебного процесса большинство школьников и родителей оценили как «высокий» и «выше среднего». Причем качество организации обучения детей дистанционно в целом соответствует ожиданиям самих детей и их родителей (табл. 2).

Большинство респондентов из числа обучающихся (57,1%) отметили, что тяжесть учебной нагрузки – средняя, выполнима без напряжения. Низкой, легко выполнимой, оценили учебную нагрузку 14,3% школьников. При этом в мае 2019 г. никто из респондентов не оценил учебную нагрузку как непомерно высокую, невыполнимую.

Таблица 1

Мнения школьников (участников ДОДИ) и их родителей об уровне организации обучения детей в дистанционном формате (2018–2019 гг.)

Уровень организации обучения детей в дистанционной форме	Мнение школьников (% ответивших)		Мнение родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Высокий/ отлично	27,8	42,9	33,3	100,00
Выше среднего/ хорошо	44,4	42,9	66,7	0,0
Средний/ удовлетворительно	11,1	14,2	0,0	0,0
Ниже среднего/ неудовлетворительно	0,0	0,0	0,0	0,0
Затрудняются ответить	16,7	0,0	0,0	0,0

Высокой, но выполнимой учебную нагрузку считают 28,6% учеников. Отвечавшие на данный вопрос родители учащихся оценили учебную нагрузку своего ребенка как среднюю, выполнимую без напряжения.

По мнению большинства респондентов (обучающихся и их родителей), уровень подготовки учащихся к выполнению заданий с использованием дистанционных образовательных технологий (далее – ДОТ) учитывается полностью или частично (табл. 3).

Соблюдение СанПиН – важное условие организации образовательной деятельности. На вопрос о количестве времени, затрачиваемом школьниками на работу за компьютером (ПК) для выполнения заданий, дети и их родители ответили так (табл. 4, 5).

Таблица 2

Распределение ответов респондентов на вопрос «Соответствует ли качество организации обучения Вашим ожиданиям?» (за 2018–2019 гг.)

Соответствие качества организации дистанционного образования ожиданиям участников ДОДИ	Мнение школьников (% ответивших)		Мнение родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Полностью соответствует	66,7	71,4	100,0	0,0
Частично соответствует	22,2	28,6	0,0	100,0
Не соответствует	0,0	0,0	0,0	0,0
Затрудняются ответить	11,1	0,0	0,0	0,0

Таблица 3

Распределение ответов респондентов на вопрос «Учитывается ли при дистанционном обучении уровень Вашей подготовки к выполнению заданий?»

Учитывается ли при дистанционном обучении уровень Вашей подготовки к выполнению заданий	Мнение школьников (% ответивших)		Мнение родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Учитывается полностью	61,1	42,9	100,0	66,7
Учитывается частично	16,7	57,1	0,0	33,3
Не учитывается	5,6	0,0	0,0	0,0
Затрудняются ответить	16,7	0,0	0,0	0,0

Таблица 4

Определение времени работы за компьютером (мнение школьников) (за 2018–2019 гг.)

Сколько времени работает на компьютере ребенок для выполнения заданий?	Мнение школьников (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.
0,5 часа в день	0,0	66,7
1–2 часа в день	38,9	0,0
1–2 часа в неделю	11,1	0,0
2–3 часа в неделю	16,7	0,0
В зависимости от темпа и качества усвоения содержания	22,2	33,3
Затрудняются ответить	11,1	0,0

Таблица 5

Определение времени работы за компьютером (мнение родителей) (за 2018–2019 гг.)

Сколько времени работает на компьютере ребенок для выполнения заданий?	Мнение родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.
0,5 часа в день	0,0	0,0
1–2 часа в день	0,0	57,1
1–2 часа в неделю	0,0	0,0
2–3 часа в неделю	0,0	0,0
В зависимости от темпа и качества усвоения содержания	100,0	28,6
Затрудняются ответить	0,0	14,3

При этом большинство детей (57,1%) тратят 2–3 часа в неделю для обучения в дистанционном режиме (не только на работу за ПК). Так же считают и родители (табл. 6). Стоит отметить, что есть дети, которые тратят на данный вид обучения 2–3 часа в день. Это подтверждают ответы родителей.

У 57,1% (в 2018 г. – у половины) обучающихся остается достаточно много свободного времени от учебы, 42,9% (в 2018 г. – 27,8%) ребят ответили, что время остается, но немного. По мнению 66,7% родителей, у ребенка остается достаточно много свободного времени, и 33,3% ответивших родителей считают, что свободное время остается, но немного. Никто из респондентов не считает, что свободного времени от учебы остается очень мало (в 2018 г. такой ответ выбрали 16,7% детей).

По данным анкетирования учащихся, самыми востребованными предметами для обучения с использованием дистанционных технологий на данном этапе являются обществознание (18,2%), иностранный язык (18,2%) и история (13,2%). Анкетирование показало, что такие предметы, как физика и химия, не относятся к перечню предметов, которые действительно нравится изучать дистанционно отвечавшим на вопросы анкеты детям.

Опрошенные дети и их родители считают, что объем изучения некоторых предметов можно увеличить (табл. 7).

Однако следует отметить, что предметы изучаются в объеме, предусмотренном нормативными документами, согласно которым осуществляется обучение детей-инвалидов с использованием ДОТ.

По данным мониторинга 2019 г., 100,0% преподавателей предполагали, что дети будут учиться с большим интересом. Ответы детей подтверждают данное утверждение – все (100,0%) дети отметили, что учатся с большим интересом (табл. 8).

Таблица 7

Распределение ответов респондентов на вопрос «Объем изучения каких предметов, по Вашему мнению, можно увеличить?»

Предмет	Мнение школьников (% ответивших)		Мнение родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Русский язык	13,2	21,4	0,0	18,2
Литературное чтение	2,6	0,0	0,0	0,0
Литература	5,3	7,1	0,0	0,0
Математика	18,4	21,4	100,0	27,3
Окружающий мир	2,6	0,0	0,0	0,0
История	2,6	7,1	0,0	0,0
Обществознание	13,2	7,1	0,0	9,1
Биология	2,6	0,0	0,0	0,0
География	2,6	0,0	0,0	0,0
Физика	7,9	0,0	0,0	0,0
Химия	0,0	0,0	0,0	0,0
Иностранный язык	10,5	21,4	33,3	27,3
Информатика	18,4	14,3	0,0	18,2

Таблица 6

Распределение ответов респондентов на вопрос: «Сколько, по вашему мнению, времени тратится ребенком на обучение в дистанционной форме?»

Сколько примерно времени тратится ребенком на обучение в дистанционной форме?	Ответы школьников (% ответивших)		Ответы родителей (% ответивших)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
2–3 часа в день	0,0	14,3	0,0	33,3
1–2 часа в день	11,1	14,3	0,0	0,0
2–3 часа в неделю	38,9	57,1	100,0	66,7
1–2 часа в неделю	38,9	14,3	0,0	0,0
В зависимости от темпов и качества усвоения содержания (время не нормировано)	5,6	0,0	0,0	0,0
Затрудняюсь ответить	5,6	0,0	0,0	0,0

Таблица 8

Ответы обучающихся на вопрос «Оцените свое отношение к дистанционному обучению»

Отношение к дистанционному обучению	Мнение школьников (% ответивших)		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Учатся с большим интересом	81,40	61,1	100,0
Заметного интереса не проявляют	13,95	22,2	0,0
Интереса не проявляют	0,00	0,0	0,0
Учусь по принуждению	0,00	5,6	0,0
Затруднились ответить	4,65	11,1	0,0

По данным последнего анкетирования, в дистанционном обучении наиболее привлекательным для школьников является возможность обучения с использованием компьютера (57,1% ответов), также привлекает форма подачи материала и возможность индивидуального общения с преподавателем (по 14,3% ответов). Затруднились дать ответ – 14,3% респондентов. В 2018 г. одинаково привлекательными для школьников являлись возможность обучения с использованием компьютера и возможность индивидуального общения с преподавателем (по 38,9%). Примечательно, что в 2017 г. самым популярным был ответ «возможность обучения с использованием компьютера» (37,2%), а еще годом ранее – «возможность индивидуального общения с преподавателем» (44,44%).

Если бы пришлось выбирать форму обучения, то большинство детей (57,1%) выбрали бы очную форму с использованием ДОТ; 0,0% – дистанционный вид обучения, 42,9% – очную форму (обучение на дому), так как индивидуальное личное общение с педагогом позволит ликвидировать проблемы, получить возможность уточнения, понимания. В 2018 г. 72,2% выбрали бы очную форму с использованием ДОТ, 5,6% – дистанционный вид обучения, 11,1% – очную форму (обучение на дому). Анкетирование в 2017 г. дало следующие результаты: большинство детей (76,8%) выбрали бы очную форму с использованием ДОТ, 20,9% – дистанционный вид обучения, 2,3% – очную форму (обучение на дому).

Заметное улучшение результатов обучения, по сравнению с периодом, когда дети обучались без использования ДОТ, отметили 71,4% школьников. По мнению 14,3% школьников, результаты обучения не изменились, и 14,3% ребят затруднились оценить свои успехи. Никто из учащихся не отметил, что результаты обучения стали хуже. В 2018 г. улучшение результатов обучения, по сравнению с периодом, когда дети обучались без использования ДОТ, отметили 66,6% школьников (из них половина отмечала заметное улучшение, и половина – незначительное улучшение результатов). В 2018 г., по мнению 27,8% школьников, результаты обучения не изменились, а 5,6% ребят затруднились оценить свои успехи. Также никто из учащихся не отмечал, что результаты обучения стали хуже. По мнению всех родителей, результаты обучения детей улучшились (66,7% выбрали «заметно улучшились», остальные 33,3% – «стали незначительно лучше»).

Одним из важнейших показателей успешности мероприятия является удовлетворенность его участников результатами работы. Все ответившие респонденты в той или иной степени удовлетворены итогами обучения (школьники: 85,7% удовлетворены и 14,3% частично удовлетворены, родители: 33,3% и 66,7% соответственно). Никто из респондентов не выбрал ответ «не удовлетворен».

Мнение отвечавших родителей о том, чему способствовало дистанционное обучение, в котором участвует ребенок, приведено в таблице (табл. 9).

По данным предыдущих этапов анкетирования (2011–2012 гг.), в ноябре 2012 г. 89,47% родителей были удовлетворены взаимодействием с педагогом-куратором (что на 7,65% выше показателя апреля 2012 г.), 5,26% удовлетворены частично. Взаимодействием же с сетевым преподавателем в ноябре 2012 г. были удовлетворены 73,68% родителей (в 2011 г. – 61,11%, в апреле 2012 г. – 81,82%). 10,53% родителей затруднились ответить на этот вопрос анкеты, в 2011 г. процент затруднившихся с ответом родителей составил 27,7%. В 2019 г. 66,7% родители отметили, что «удовлетворены итогами взаимодействия с сетевыми преподавателями» и 100% родителей удовлетворены взаимодействием в педагогами-кураторами.

Таблица 9

Распределение ответов респондентов на вопрос
«Дистанционное обучение, в котором участвует Ваш ребенок, способствовало…»

Дистанционное обучение способствовало	Родители (% ответивших «Способствует»)								
	2012 ноябрь	2013 март	2013 ноябрь	2014 апрель	2015 май	2016 май	2017 май	2018 май	2019 май
а) усилению практической направленности	7,14	8,3	17,4	12,1	12,5	8,57	14,28	25,0	25,0
в) разгрузке учебного процесса	3,57	8,3	2,2	3,45	6,25	11,43	0,00	0,0	0,0
д) более широкому применению информационно-коммуникационных технологий	21,43	25,0	19,6	20,7	15,6	17,14	14,28	25,0	12,5
е) повышению качества общеобразовательной подготовки	16,07	16,7	17,4	15,5	18,75	14,29	14,28	25,0	37,5
з) формированию стремления к самообразованию	16,07	8,3	15,2	8,6	6,25	11,43	14,28	0,0	0,0
и) повышению интереса учащихся к обучению	8,93	12,5	8,7	12,1	12,5	11,43	14,28	0,0	0,0
л) повышению комфортности самочувствия ребенка	7,14	0	4,3	3,45	6,25	5,71	14,28	0,0	25,0
о) формированию самостоятельности и самоорганизации учащихся	12,5	12,5	13,0	15,5	21,9	14,29	14,28	25,0	0,0
п) определению сферы интересов	5,36	8,3	2,2	6,9	0	5,71	0,00	0,0	0,0

По данным предыдущих этапов анкетирования (2011–2012 гг.), в ноябре 2012 г. 92,50% обучающихся были удовлетворены итогами взаимодействия с педагогом-куратором, 5% были удовлетворены частично (в 2011 г. эти показатели составляли 85,71% и 14,29% соответственно, в апреле 2012 г. – 94,20% и 1,45%). В ноябре 2012 г. взаимодействием с сетевым преподавателем были удовлетворены 58,23% школьников, частично удовлетворены 13,92% (показатели 2011 г. – 71,43% и 10,71%, показатели опроса в апреле 2012 г. – 86,96% и 8,70%). Количество школьников, не удовлетворенных результатами взаимодействия с сетевым преподавателем, в 2012 г. составило 5,06% (10,71% – в 2011 г., 1,45% – в апреле 2012 г.). В ноябре 2012 г. среди школьников не было выявлено участников, не удовлетворенных взаимодействием с куратором (в апреле 2012 г. анкетирование показало 2,90% таких школьников, в 2011 г. – 0%).

Заключение

Таким образом, по результатам всех этапов мониторинга можно констатировать следующие тенденции.

Основная организационная роль в налаживании взаимодействия между участниками мероприятия отведена педагогам-кураторам. Анкетирование показало, что все кураторы (100%) без каких-либо трудностей взаимодействуют с родителями детей-инвалидов. Кроме того, данная категория педагогов эффективно применяет различные форматы коммуникации с другими участниками образовательной деятельности.

Анализ ответов респондентов показывает, что взаимодействие обучающихся с педагогами происходит систематически на постоянной основе. При этом большинство детей с интересом осваивают образовательные программы, используя возможности сети Интернет с рабочего места, оборудованного на дому.

Желание детей продолжать обучение в дистанционном формате обусловлено их интересом к форме подачи материала. Тем не менее большинство учащихся предпочло бы сочетать такой формат обучения с очным обучением на дому.

Высокий профессиональный уровень педагогов позволяет оптимально выбрать стиль общения с обучающимся. При этом, организуя сетевое взаимодействие, все педагоги всегда соблюдают нормы и правила действующего в сети Интернет телекоммуникационного этикета.

Анкетирование педагогов-кураторов показало, что 71,4% из них оказывают помощь учащимся в выполнении индивидуальных и групповых образовательных проектов и сетевых мероприятий. Для 28,6% педагогов-кураторов причинами неоказания такой помощи являются (из предложенных вариантов ответов) «нежелание ребенка участвовать в подобных мероприятиях» и «другое».

Большинство преподавателей считают целесообразным организацию и проведение мероприятий просветительского характера, направленных на повышение общей психологической грамотности участников образовательной деятельности в рамках организации ДОДИ.

В условиях всеобщей цифровизации и реализации профессиональных стандартов необходимо повышение квалификации сетевых преподавателей и педагогов-кураторов, не прошедших обучение или прошедших обучение более 3 лет. В том числе на основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости проведения мониторинговых исследований по изучению состояния организации обучения на дому в дистанционном формате детей, имеющих инвалидность, для выстраивания эффективной работы в данном направлении.

Список литературы

1. Приказ Комитета по делам образования г. Челябинска от 17 декабря 2018 года N 2656-у «Об организации дистанционного образования детей-инвалидов в муниципальной образовательной системе города Челябинска. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/553126212 (дата обращения: 17.09.2020).

2. Дистанционное обучение детей инвалидов. [Электронный ресурс]. URL: https://proinvalid.ru/trudoustrojstvo/distantsionnoe-obuchenie-detej-invalidov (дата обращения: 17.09.2020).

3. Приказ Министерства образования и науки Челябинской области от 26 апреля 2013 г. № 01/1326 «О внесении изменений в приказ Министерства образования и науки Челябинской области от 04.06.2010 г. № 01-376». [Электронный ресурс]. URL: https://uo-asha.educhel.ru/activities/ovz1/file/517618 (дата обращения: 17.09.2020).

4. Фарман И.П. Мониторинг как метод исследования и представления знаний // Философия науки. 2012. Т. 12. № 1. С. 256–269.

5. Дударева О.Б., Таран Т.В. Информационно-методическое обеспечение развития профессиональной компетентности учителя // Перспективы развития отечественного образования: приоритеты и решения: сборник статей восьмых Всероссийских Шамовских педагогических чтений научной школы Управления образовательными системами / Под ред. С.Г. Воровщикова, О.А. Шкляровой. М.: МПГУ, 2016. 672 с.

УДК 371.12

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧИТЕЛЯ В КРОСС–МНОГОМЕРНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ: ПОТЕНЦИАЛ И ЭФФЕКТЫ МУЛЬТИСРЕДОВОГО УРОКА

[1]Елистратова К.А., [2]Яцковец А.С.

[1]МОБУ «Средняя общеобразовательная школа Муринский центр образования № 4», Мурино, e-mail: xenos88@mail.ru;

[2]МБОУ «Средняя общеобразовательная школа Агалатовский центр образования», Агалатово, e-mail: yatskovets2@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследования феномена многомерности пересекающихся, дополняющих друг друга пространств и сред, оказывающих влияние на профессиональную деятельность учителя, изменение ее структуры, особенности проектирования мультисредового урока. Установлены источники инновационного обновления и повышения результативности образовательного процесса на основе его диалога и взаимодействия с технологической, цифровой, этнокультурной, инновационной средами, библиомедийным, событийным, аксиологическим, семантическим пространствами. Цель исследования, результаты которого представляются в настоящей статье, можно сформулировать как определение ключевых векторов и приоритетов совершенствования профессиональной деятельности учителя, модернизации современного урока с учетом многообразия пространств и сред, модернизации современного урока. Феномен кросс–многомерных пространств и сред, в аспектах влияния на профессиональную деятельность учителя, особенности методики и содержания мультисредового урока рассматриваются нами как некая ситуативная, относительно устойчивая совокупность взаимосвязанных материальных и нематериальных пространств и сред, позволяющих достигать мультипликативных эффектов вследствие их пересечения и взаимодействия. Данные опции предоставляют участникам образовательных отношений дополнительные возможности и инструменты для проектирования метапредметного содержания образования, выхода за институциональные рамки социально-педагогического взаимодействия, индивидуализации и персонализации образовательных маршрутов.

Ключевые слова: профессиональная деятельность учителя, кросс-многомерные пространства и среды, кросс-многомерная образовательная среда, образовательный процесс, мультисредовый урок

CROSS-MULTI-DIMENSIONAL SPACES AND ENVIRONMENTS AS FACTORS OF THE TEACHER'S PROFESSIONAL ACTIVITY

[1]Elistratova K.A., [2]Yatskovets A.S.

[1]Municipal General Educational Budgetary Institution «Secondary School» Murinsky Education Center No. 4», Murino, e-mail: xenos88@mail.ru;

[2]Municipal budgetary educational institution «Secondary school Agalatov education center», Agalatovo, e-mail: yatskovets2@mail.ru

This article presents the results of a study of the phenomenon of multidimensionality of intersecting, complementary spaces and environments that affect the teacher's professional activity, changes in its structure, and the design features of a multimedia lesson. The sources of innovative renewal and increasing the effectiveness of the educational process on the basis of its dialogue and interaction with technological, digital, ethnocultural, innovative environments, library-media, event, axiological, and semantic spaces have been established. The purpose of the study, the results of which are presented in this article, can be formulated as determining the key vectors and priorities for improving the teacher's professional activity, modernizing the modern lesson taking into account the diversity of spaces and environments, modernizing the modern lesson. The phenomenon of cross-multidimensional spaces and environments, in the aspects of influence on the teacher's professional activity, the peculiarities of the methodology and content of a multi-environment lesson, is considered by us as a kind of situational, relatively stable set of interrelated material and non-material spaces and environments that allow achieving multiplicative effects due to their intersection and interaction. These options provide participants in educational relations with additional opportunities and tools for designing the meta-subject content of education, going beyond the institutional framework of socio-pedagogical interaction, individualization and personalization of educational routes.

Keywords: professional activity of a teacher, cross-dimensional spaces and environments, cross-multidimensional educational environment, educational process, multimedia lesson

Современный этап развития образования в России связан с кардинальными и системными изменениями по целому ряду направлений (содержание образования; цифровая трансформация; внедрение электронного обучения, создание современной инфраструктуры; развертывание системы учительского роста, непрерывного профессионального развития педагогических работников).

Значимость последнего направления определяется тем, что учитель, несмотря на усиливающуюся технологизацию, внедрение дистанционного обучения, является ключевой фигурой образовательного процесса, определяет векторы

и приоритеты в воспитании, инновационных процессах.

Профессиональная деятельность и профессиональное развитие учителя определяются множеством факторов и условий: внутришкольных и внешкольных, личностных и институциональных, материальных и психологических. В данной статье сделана попытка системного осмысления места и роли в профессиональной деятельности современного учителя такого фактора, как кросс-многомерные пространства и среды.

Данный фактор связан с многообразием и многоаспектностью проявлений не только образовательной среды, но и многих других пространств и сред, усиливающих и поддерживающих педагогические воздействия, придающие образовательному процессу инновационность, метапредметность, создающих мультипликативные эффекты в плане обеспечения образовательных результатов, отвечающих вызовам времени.

Деятельность современного учителя может быть охарактеризована, подвергнута анализу как с позиций и на основе методологического аппарата отдельных научных дисциплин (андрагогика, философия, психология, праксиология, стандартология), так и с опорой на междисциплинарный подход. В этом отношении феномен учителя, учительской профессии, профессиональной деятельности учителя уже нашел достаточно полное раскрытие. Чрезвычайно важным и перспективным представляется раскрытие их в контексте мультисредовости, предстающей как новая педагогическая реальность. В этой связи цель исследования, результаты которого представляются в настоящей статье, можно сформулировать как определение ключевых векторов и приоритетов совершенствования профессиональной деятельности учителя, модернизации современного урока с учетом многообразия пространств и сред, взаимодействующих и пересекающихся с образовательной средой, в результате чего эта деятельность, методика и содержание урока меняют свою структуру, обретают новые системные свойства, получает дополнительный потенциал развития и совершенствования.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили данные о профессиональной педагогической деятельности учителей, используемых ими методических подходах в ходе проектирования мультисредовых уроков, в связи с изменяющимся кроссмногомерным образовательным пространством. В ходе исследования использовались теоретические (анализ, синтез, обобщение) и эмпирические методы (наблюдение, опрос, интервьюирование).

Результаты исследования и их обсуждение

Профессионально-педагогическая деятельность учителя является сложной, открытой, динамической системой, включающей целый ряд трудовых функций педагогического, управленческого характера. Попытка праксиологического описания такой системы сделана в профессиональном стандарте педагога [1]. В стандарте указываются такие обобщенные трудовые функции, как педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования; педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ. Современный учитель, как следует из профессионального стандарта, должен владеть системными знаниями, действовать в широком диапазоне трудовых действий, навыков и умений обучающего, воспитывающего и развивающего характера, связанных с планированием и проведением учебных занятий, формированием универсальных учебных действий, формированием мотивации к обучению, проектной деятельностью, использованием информационно-коммуникационных технологий и т.п.

Очевидно, что выполнение столь многоплановых задач, особенно связанных с достижением установленных Федеральными государственными стандартами предметных, метапредметных и личностных результатов, не может базироваться исключительно на содержании образования для того или иного уровня, ориентироваться на возможности и потенциал образовательной среды, образовательного пространства школы.

Реально учитель, реализуя свой личностный и профессиональный потенциал, находясь в инновационном потоке, применяя цифровые инструменты, практически на каждом уроке создает уникальные неструктурированные социально-педагогические системы с высокими дидактическими возможностями. В этой связи имеют место коллинеарность и дополнительность компетентностного и праксиологического подходов [2]; применение персонифицированных воспитательных систем [3]; задействование металингвистического ресурса множества содержательных компонентов образовательных программ [4]; актуализация метапредметного потенциала учебного текста [5].

Наше исследование, проведенное с привлечением 45 учителей различных школ Санкт-Петербурга и Ленинградской области, представляющих различные возрастные когорты (от 25 до 60 лет), предметные области, показало, что учителя из более чем двадцати предложенных наиболее часто прибегают к таким пространствам и средам, как:

– информационная среда (ведение образовательной статистики с применением электронного журнала; использование электронных образовательных ресурсов для расширения содержания образования;

– цифровая среда (использование обучающих платформ, задействование тех или иных цифровых инструментов для создания сложных визуальных объектов, внедрения игровых технологий, интенсификации каналов передачи учебной информации);

– библиомедийное пространство (обращение к книгам и текстам учебного, художественного, технического назначения, энциклопедическим изданиям, справочникам, атласам, периодическим изданиям, включая научно-методические издания);

– культурно-историческая среда (культурно-исторический контекст того или иного литературного произведения, героя, исторического события);

– семантическое пространство (знакомство, толкование, сравнение терминов и понятий).

Значительно реже или практически не используются учителями: социальная, экономическая, технологическая, инновационная, этнокультурная, предметно-пространственная, производственно-профессиональная среды, географическое, аксиологическое, гуманитарное, концептуально-парадигмальное, ноосферное, событийное пространства.

Вместе с тем мультисредовый потенциал перечисленных выше пространств и сред реально высок. В частности, в ходе урока могут быть использованы, применяться различные событийные практики в привязке к решению тех или иных социальных или гуманитарных проблем; маршрутизация и выполнение определенных заданий с ориентацией на предметно-пространственную среду и географические топонимы; проблематизация технологических вызовов в парадигмальном поле ноосферы.

Использование учителем упомянутых выше пространств и сред в ходе мультисредовых уроков, внеурочной, проектной, учебной исследовательской деятельности может позволить получить дополнительные возможности и эффекты в виде: интенсификации и индивидуализации учебной деятельности; формирования у обучающихся многофункциональных результатов, навыков и компетенций сквозного характера; расширения образовательного пространства; интеграции и диверсификации содержания образования; получения обучающимися возможности знакомства с различными социальными практиками.

Вторая часть проведенного исследования с участием учителей имела своей целью установление вариантов и комбинаций в использовании тех или иных пространств и сред в ходе мультисредовых уроков. Под мультисредовым уроком нами понимается урок, спроектированный и реализуемый с учетом применения содержания, потенциала и возможностей интегрированных и коррелируемых с образовательной средой ряда пространств и сред, обусловливающих появление у него новых характеристик и системных свойств, социальных и педагогических эффектов.

Мультисредовый урок является феноменом неодидактики, объектом инновационных образовательных практик, связанных с поиском механизмов и инструментов отбора и многоканальной трансляции индивидуально ориентированного ценностно-релевантного образовательного контента, погружением обучающихся в ретро- и проспективные реальности, событийные практики, интеграцией целей, ценностей и смыслов, деятельностным освоением мира людей, культуры, природы, техносферы.

Мультисредовый урок проектируется и проводится на основе принципов системности, рефлексивности, метапредметности.

Системность предполагает формирование определенной дидактической системы, в которой каждый из элементов (дидактические единицы; применяемые технологии; средства диагностики и оценки; механизмы контроля) выполняет определенные функции, обеспечивает достижение общей цели.

Рефлексивность проявляется в активной субъектной позиции не только учителя, но и обучающихся, которые оценивают на основе предъявляемого образца, стандарта, с использованием той или иной схемы свою результативность в выполнении заданий, сформированность у себя определенных компетенций, знаний, навыков, умений.

Метапредметность предъявляет требование не только отбора учебного материала из различных предметных областей, но и использование определенного набора инструментально-технологических средств в виде организационных матриц, приемов критического мышления, создания альтернативных ситуаций и моральных дилемм, др.

Для проведения исследования нами была разработана методика анализа мультисредового урока, предполагающая фиксацию использования учителем тех или иных пространств и сред на уровне используемых содержания, методики, технологий, управления.

С помощью данной методики проанализировано 23 урока учителей основной и средней школы по 7 предметам учебного плана (русский язык; литература; математика; история; биология; химия; изобразительное искусство). Результаты исследования с указанием наиболее часто используемых мультисредовых элементов урока представлены ниже в таблице.

Как следует из выше приведенной таблицы, учителями-предметниками не в полной мере используются возможности кроссмногомерного образовательного пространства. Вместе с тем следует отметить, что имеет место практика одновременного использования нескольких пространств и сред, инструменты и сервисы которых позволяют более эффективно решать ту или иную дидактическую, образовательную задачу.

Следует отметить, что конструирование мультисредового урока, частотность применения в ходе его проведения тех или иных пространств и сред имеют специфику и зависят от определенных предметных областей. Так, в ходе исследования установлена высокая степень использования на уроках по предметной области «Общественные науки» культурно-исторической, социальной, экономической сред, гуманитарного, событийного пространств. На уроках по предметной области «Русский язык и литература» наиболее часто задействуются аксиологическое, библиомедийное, семантическое пространства. Одинаково часто для одной и другой предметной области используются информационная и цифровая среды.

Анализ мультисредовых уроков с использованием выше указанной методики дополнялся рефлексией учителей относительно их мотивации и готовности к использованию тех или иных мультисредовых инструментов. Проведенная рефлексия позволила выявить ключевые затруднения и мотивационные стимулы, влияющие на выбор и применение учителем мультисредовых инструментов.

В числе ключевых затруднений (если говорить лишь о профессионально-личностных затруднениях) выступают: слабое владение информационно-коммуникационными технологиями; недостаточная культурологическая подготовка; неготовность к работе на метапредметном уровне; неготовность к разрушению профессиональных стереотипов; др.).

Если обсуждать мотивационные стимулы в отношении использования тех или иных мультисредовых инструментов, то в первую очередь следует указать на такие из них, как: стремление к освоению нового в поле профессиональной деятельности; желание найти способы повышения учебной мотивации обучающихся; стремление участвовать в инновационной деятельности; намерения обобщить и презентовать свой опыт на муниципальном или региональном уровнях; др.

Результаты анализа мультисредовых уроков

№ п/п	Мультисредовые элементы урока и их принадлежность к определенным пространствам и средам	Частотность использования (%)
1	Использование технологии дополненной реальности (цифровая среда)	8,70
2	Выполнение сетевых проектов (цифровая среда)	13,04
3	Введение элементов игровой деятельности, погружения, реконструкции (событийное пространство)	21,74
4	Введение культурно-исторического контекста (культурно-историческая среда; аксиологическое, семантическое пространства)	60,87
5	Проведение микроисследований (предметно-пространственная, производственно-профессиональная среды, географическое, аксиологическое, гуманитарное, библиомедийное пространства)	26,09
6	Применение приемов критического мышления (библиомедийное пространство, информационная среда, аксиологическое пространство)	8,24
7	Создание альтернативных ситуаций и моральных дилемм (аксиологическое пространство, этнокультурная среда, гуманитарное пространство)	9,56
8	Постановка аналитических задач (социальная, технологическая, инновационная, производственно-профессиональная среды)	34,50
9	Использование ситуативно-диалоговой технологии (библиомедийное пространство, информационная среда, аксиологическое пространство)	13,07

Заключение

Таким образом, проведенные теоретические и эмпирические исследования по проблематике влияния фактора кросс-многомерных пространств и сред на профессиональную деятельность современного учителя, конструирование мультисредового урока позволяют сделать ряд обобщающих выводов.

1. Проектирование мультисредового урока требует от учителя специальной подготовки, универсальных компетенций, соединяющих в себе методологическую, цифровую грамотность, культурологическую компетентность, готовность реализовываться в междисциплинарном поле, использовать инжиниринговый, экосистемный, проектный подходы, ориентироваться на принципы системности, рефлексивности, метапредметности.

2. Структура профессиональной деятельности учителя, работающего в кросс-многомерном образовательном пространстве, значительно усложняется и непрерывно обновляется, что требует проявления не только личной профессиональной активности самого учителя, но и системной поддержки этой профессиональной деятельности со стороны управленческой команды, методической, психологической служб школы, взаимодействия с другими представителями профессионально-педагогического сообщества.

3. Учитель, выступая, проявляясь в кросс-многомерном образовательном пространстве, в ходе мультисредового урока как тьютор, фасилитатор, консультант, навигатор, проектировщик, эксперт, в иных ролях и статусах, по факту влияет, изменяет формируемые в школе педагогические, дидактические системы, привнося в них новые элементы, перестраивая сложившиеся иерархические и координационные связи, формируя тем самым новое качество образования.

Список литературы

1. Профессиональный стандарт Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель) (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 года № 544н). [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/70535556 (дата обращения: 13.09.2020).

2. Монахова Л.Ю., Федотова В.С. Принципы коллинеарности и дополнительности: компетентностный и праксиологический подходы в теории и практике профессионального образования // Гуманитарные научные исследования. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://human.snauka.ru/2014/05/6613 (дата обращения: 13.09.2020).

3. Персонифицированная система воспитания, или Как дойти до каждого ребенка: монография / Под ред. Е.Н. Степанова. Псков: ПОИПКРО, 2020. 196 с.

4. Юшкевич Е.В. Педагогическое сопровождение саморазвития учащихся основной школы: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.01. Великий Новгород, 2020. 24 с.

5. Дмитриева С.В. Актуализация метапредметного потенциала учебного текста в процессе обучения учащихся основной школы: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.01. Великий Новгород, 2020. 24 с.

УДК 796.332:796.015.365

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ФУТБОЛИСТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОПЕРАТИВНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Зуйков Д.С., Ушаков В.В., Давыдов С.А.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: sport@vstu.ru

Для оптимизации процесса подготовки футболистов необходима объективная информация о результативности учебно-тренировочного процесса, уровне и динамике развития приспособительных механизмов игроков. Основными целями контрольных мероприятий в спорте является изучение физического и функционального состояния спортсмена, степени овладения технико-тактическими приемами, параметров воздействия тренировочных и соревновательных нагрузок, а также соответствия результативности соревновательной деятельности заданным параметрам. В работе представлены результаты исследования тренировочного процесса футболистов, проводимого с целью создания оптимальной модели подготовительного и специально-подготовительного циклов подготовки игроков 18–20 лет на основе мониторинга их физической подготовленности и оценки функционального состояния с помощью средств оперативного и текущего контроля. Оценивались показатели общей и специальной физической подготовленности игроков, разделенных на две группы – контрольную и экспериментальную. Кроме того, проводился анализ динамики функциональных параметров двигательной деятельности игроков экспериментальной группы по итогам применения программы, которая была разработана для оптимизации процесса физической подготовки футболистов 18–20 лет. Данные, полученные в результате исследования, свидетельствуют о достоверной положительной динамике большинства параметров физической и функциональной подготовленности игроков экспериментальной группы как по отношению к собственным исходным показателям, так и в сравнении с конечными показателями контрольной группы. Полученные результаты предлагается учитывать, а разработанную программу тренировок с использованием кардиомониторов применять в тренировочном процессе футболистов на этапе спортивного совершенствования для их лучшей адаптации к условиям тренировочного процесса профессиональных команд.

Ключевые слова: тренировочный процесс футболистов, этап спортивного совершенствования, мониторинг, оперативный контроль, текущий контроль, физическая подготовленность, функциональная подготовленность

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF PHYSICAL PREPARATION OF FOOTBALL PLAYERS BASED ON THE DATA OF OPERATIONAL AND CURRENT CONTROL

Zuykov D.S., Uchakov V.V., Davydov S.A.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: sport@vstu.ru

To optimize the process of training football players, objective information is needed about the effectiveness of the training process, the level and dynamics of the development of players' adaptive mechanisms. The main goals of control measures in sports are to study the physical and functional state of an athlete, the degree of mastery of technical and tactical techniques, the parameters of the impact of training and competitive loads, as well as the correspondence of the effectiveness of competitive activity to the specified parameters. The paper presents the results of the study of the training process of football players, carried out in order to create an optimal model of the preparatory and special-preparatory training cycles for 18-20 year old players based on monitoring their physical fitness and assessing the functional state using the means of operational and current control. The indices of general and special physical readiness of the players were assessed, divided into two groups – control and experimental. In addition, the analysis of the dynamics of the functional parameters of the motor activity of the players of the experimental group was carried out according to the results of the application of the program, which was developed to optimize the process of physical training of football players of 18-20 years old. The data obtained as a result of the study indicate a significant positive dynamics of most parameters of physical and functional readiness of the players in the experimental group, both in relation to their own initial indicators and in comparison with the final indicators of the control group. The obtained results are proposed to be taken into account, and the developed training program with the use of cardiac monitors should be used in the training process of football players at the stage of sports improvement for their better adaptation to the conditions of the training process of professional teams.

Keywords: the training process of football players, the stage of sports improvement, monitoring, operational control, current control, physical fitness, functional fitness

Основу оценивания физической подготовленности спортсменов в игровых видах спорта, как правило, составляет уровень развития скоростно-силовых и скоростных способностей. Большая роль отводится также специальной выносливости, особенно ее анаэробной составляющей [1]. Кроме того, в связи с возросшими требованиями к атлетической подготовке игроков, исходя из амплуа, немаловажное значение приобретают их антропометрические данные [2].

Эффективный тренировочный процесс футболистов всех возрастных групп невозможен без рационально организованного контроля динамики физического и функционального состояния [3]. Оперативный

и текущий контроль призван определить степень эффективного воздействия тренировочных нагрузок [4]. Это, в свою очередь, дает возможность, как подбора, так и варьирования тренировочных средств на основе получаемой информации. Полученные данные прямо или косвенно характеризуют как тренировочную нагрузку, так и адаптационные изменения, происходящие в состоянии игроков под воздействием динамики нагрузок [5]. Одной из основных задач всех видов контроля является сравнительная оценка конечного приспособительного результата деятельности с ее целями [6]. Решение этой задачи базируется на следующих механизмах [7]:

– формирование оценочного аппарата подготовленности игроков;

– внесение целевых изменений в тренировочный процесс для оптимальной эффективности дальнейшей соревновательной деятельности.

Для того чтобы мероприятия, использующиеся на всех этапах контроля, были эффективны, необходима достаточно высокая степень их интеграции, то есть учет всех влияющих на максимальный результат факторов [8]. К этим факторам следует отнести педагогические, медико-биологические, а также психолого-педагогические составляющие учебно-тренировочного процесса футболистов [9].

Целью нашей работы являлось обеспечение максимального развития физической подготовленности футболистов 18–20 лет в подготовительном периоде, на основе данных мониторинга средствами оперативного и текущего контроля.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе спортивно-оздоровительного центра Волгоградского государственного технического университета. В эксперименте были задействованы 14 футболистов сборной команды вуза, из которых были сформированы две группы – «А» и «Б», по 7 человек в каждой. Оценка уровня спортивной подготовленности футболистов показала, что между группами существенных различий нет. Не было разницы и в спортивной квалификации. Непосредственно формирующий эксперимент продолжался четыре месяца. Всего было проведено более 80 учебно-тренировочных занятий с использованием разработанной программы для экспериментальной группы. Занятия в контрольной группе проводились главным тренером команды.

Дополнительной формой служили тренировочные занятия с проведением тестов текущего контроля (1 раз в две недели), а также контрольные игры с участием игроков обеих групп. Эффективность воздействия экспериментальной программы определялась по динамике показателей общей и специальной физической подготовленности.

Процесс достижения поставленной цели включал в себя следующие методы исследования.

Анализ научно-методической литературы

В целях изучения современного состояния исследуемого вопроса и обобщения имеющихся данных был предпринят теоретический анализ специальных литературных источников, посвященных проблеме. При этом анализировались доступные нам отечественные и зарубежные источники. Тем самым была сформирована теоретическая база осуществленного исследования.

Педагогическое тестирование

В ходе педагогического тестирования исследовались оперативные показатели функциональной и физической подготовленности.

При выполнении специфической двигательной деятельности с помощью кардиомониторов Polar H10 HR Sensor фиксировались следующие показатели:

– минимальная ЧСС в начале тренировки (уд./мин.);

– максимальная ЧСС в конце тренировки (уд. /мин.);

– средняя величина ЧСС (уд./мин.);

– максимальная скорость передвижения (км/ч);

– общая дистанция передвижения (м).

В качестве двигательного упражнения использовался «квадрат» (двусторонняя игра без завершающего удара по воротам) на ограниченном участке поля с одним или двумя «нейтральными» игроками. Игровое упражнение проводилось в две серии по 20 минут. Десятиминутная пауза заполнялась активным отдыхом – жонглирование мяча, упражнения на гибкость (статическая форма проведения). Педагогическое тестирование проводилось в самом начале экспериментальной части, как своего рода «фоновое исследование», и в завершение, для формирования выводов по итогам исследования.

Контрольные испытания

Контрольные испытания проводились в рамках текущего контроля физической подготовленности футболистов для оценки динамики ее развития и включали нормативы общей и специальной физической подготовки.

Общая подготовка:

– бег 30 м (с) – развитие стартовой скорости;

– бег 60 м (с) – развитие дистанционной скорости;

– челночный бег 10х30 м (с) – развитие скоростной выносливости;

– бег 6 мин. (м) – развитие общей выносливости.

Специальная подготовка:

– бег 30 м (с мячом, с) – развитие специальной скорости;

– челночный бег с мячом 5х30 м (с) – развитие специальной ловкости;

– прыжок в высоту с места (см) – развитие скоростно-силовых способностей;

– удары по мячу ногой на дальность (м) – развитие специальных силовых способностей.

Методы математической статистики

Обработка результатов исследования проводилась с помощью современных методов статистического анализа. Такой анализ предоставляет широкие возможности для более глубокого изучения механизмов обучения двигательным действиям, для выявления наиболее эффективных путей целенаправленного развития физических качеств и двигательных способностей.

Результаты исследования и их обсуждение

«Фоновые» исследования представляли собой исходный мониторинг основных параметров функциональной и физической подготовленности игроков обеих групп и сравнения их с конечными результатами. Все двигательные действия игроки экспериментальной группы выполняли в кардиомониторах Polar H10 HR Sensor, с помощью которых фиксировались показатели, представленные в табл. 1.

Эти показатели наиболее полно отражают уровень функциональной подготовленности применительно к специфической двигательной деятельности футболистов.

Следующим этапом исследования было предварительное сравнение уровня развития двигательных качеств игроков обеих групп. Тестирующие упражнения состояли как из тестов, отражающих уровень общей физической подготовленности, так и с включением заданий, свидетельствующих о степени развития специальных двигательных качеств.

Таблица 1

Результаты «фоновых» исследований функциональной подготовленности игроков группы А

Номер игрока	1	2	3	4	5	6	7
Продолжительность нагрузки (мин.)	80	80	80	80	80	80	80
Мин. ЧСС (уд./мин.) – в начале тренировки	120	93	101	89	90	93	87
Макс. ЧСС (уд./мин.) – в конце тренировки	190	191	196	183	213	176	178
Средняя ЧСС (уд./мин.)	215	189	199	180	196	181	176
Макс. скорость (км/ч)	22,6	22,5	23,4	23,1	22,3	22,5	24,6
Общая дистанция (м)	5488	5023	4930	4945	5176	5623	5288

Таблица 2

Результаты «фоновых» исследований физической подготовленности игроков групп А и Б

Тестирующая нагрузка	Контрольная группа ($\bar{X} \pm m$)	Экспериментальная группа ($\bar{X} \pm m$)	Достоверность различий
Общая физическая подготовка (ОФП)			
бег 30 м (сек.)	4 ± 0,05	4,28 ± 0,15	$P < 0,05$
бег 60 м (сек.)	7,8 ± 0,10	8,1 ± 0,03	$P < 0,05$
челночный бег 10х30 м (сек.)	49,2 ± 0,73	50,4 ± 1,23	$P > 0,05$
бег 6 мин. (м)	1644 ± 9,3	1627 ± 14,6	$P \leq 0,05$
Специальная физическая подготовка (СФП)	Контрольная группа ($\bar{X} \pm m$)	Экспериментальная группа ($\bar{X} \pm m$)	Достоверность различий
бег 30 м (с мячом, сек.)	4,81 ± 0,10	4,91 ± 0,10	$P > 0,05$
челночный бег с мячом 5х30 м (сек.)	24,5 ± 0,42	24,9 ± 0,38	$P > 0,05$
прыжок в высоту с места (см)	62 ± 1,71	60,1 ± 1,30	$P < 0,05$
удары по мячу ногой на дальность (м)	51,8 ± 2,44	49,5 ± 2,08	$P < 0,05$

Таблица 3

Сравнительные результаты исследований физической подготовленности игроков групп А и Б

Тестирующая нагрузка	Контрольная группа ($\bar{X} \pm m$)				Экспериментальная группа ($\bar{X} \pm m$)			
ОФП	До	После	Достоверность различий	%	До	После	Достоверность различий	%
бег 30 м (сек.)	4 ± 0,05	3,97 ± 0,04	P > 0,05	-0,7	4,28 ± 0,15	3,95 ± 0,06	P < 0,05	-8,3
бег 60 м (сек.)	7,8 ± 0,10	7,72 ± 0,06	P ≤ 0,05	-1	8,11 ± 0,03	7,78 ± 0,13	P < 0,05	-4,2
челночный бег 10х30 м (сек.)	49,2 ± 0,73	47,5 ± 0,54	P < 0,05	-3,5	50,4 ± 1,23	48,2 ± 0,76	P < 0,05	-4,5
бег 6 мин. (м)	1644 ± 9,3	1681 ± 11,2	P < 0,05	2,3	1627 ± 14,6	1683 ± 9,42	P < 0,05	3,4
СФП	Контрольная группа ($\bar{X} \pm m$)				Экспериментальная группа ($\bar{X} \pm m$)			
	До	После	Достоверность различий	%	До	После	Достоверность различий	%
бег 30 м (с мячом, сек.)	4,81 ± 0,10	4,67 ± 0,06	P < 0,05	-2,9	4,91 ± 0,10	4,6 ± 0,07	P < 0,05	-6,7
челночный бег с мячом 5х30 м (сек.)	24,5 ± 0,42	23,5 ± 0,30	P < 0,05	-4,2	24,9 ± 0,38	23,6 ± 0,49	P < 0,05	-5,5
прыжок в высоту с места (см)	62 ± 1,71	63,8 ± 0,77	P < 0,05	2,9	60,1 ± 1,30	63,4 ± 1,06	P < 0,05	5,3
удары по мячу ногой на дальность (м)	51,8 ± 2,44	53,1 ± 1,55	P > 0,05	2,5	49,5 ± 2,08	53,1 ± 1,59	P < 0,05	6,8

Таблица 4

Среднегрупповые изменения уровня функциональной подготовленности игроков экспериментальной группы по сравнению с результатами предварительных исследований

Функциональные показатели	Этап предварительных исследований ($\bar{X} \pm m$)	По итогам эксперимента ($\bar{X} \pm m$)	Достоверность различий	Динамка показателей (%)
Мин. ЧСС (уд./мин.) – в начале тренировки	96,1 ± 8,2	88,8 ± 6,4	P > 0,05	-8,2%
Макс. ЧСС (уд./мин.) – в конце тренировки	189,5 ± 9,06	175,5 ± 5,91	P < 0,05	-7,9%
Средняя ЧСС (уд./мин.)	187,2 ± 7,10	175,7 ± 4,04	P < 0,05	-6,5%
Макс. скорость (км/ч)	23 ± 0,6	23,9 ± 0,8	P < 0,05	3,8%
Общая дистанция (м)	5210 ± 219,3	5330 ± 223,3	P > 0,05	2,3%

Полученные в результате тестирований данные отражают достаточно близкие показатели по большинству тестов в обеих группах, что свидетельствует об однородности состава испытуемых. Менее выражены различия в челночном беге 10х30 м ($P > 0,05$), беге 30 м с мячом ($P > 0,05$) и челночном беге 5х30 м с мячом ($P > 0,05$). Футболисты контрольной группы ненамного превзошли игроков экспериментальной группы по всем показателям на данном этапе исследования.

К особенностям проведения тренировочного процесса в экспериментальной группе следует отнести то, что, во-первых, занятия по ней проводились в утренних тренировках (в вечерних тренировках игроки обеих групп тренировались совместно, в рамках календарного плана подготовки); во-вторых, учебно-тренировочный процесс в группе А включал в себя оперативный контроль двигательной деятельности и тестирования общих и специальных физических качеств (раз в две недели). Исследование эффективности разработанной программы проводилось на этапах подготовки футболистов к официальным играм зональных и всероссийских турниров.

Сравнительные результаты уровня физической подготовленности футболистов по итогам применения разработанной программы представлены в табл. 3.

Улучшение результатов всех исследуемых показателей общей и специальной физической подготовленности в экспериментальной группе носит достоверный характер ($P < 0,05$). В контрольной группе положительные изменения в двух тестах (бег 30 м, удары по мячу ногой на дальность) не носят выраженного характера ($P > 0,05$).

Прирост всех исследуемых показателей в экспериментальной группе был более значителен как в сравнении с предварительным этапом исследований, так и в межгрупповых сравнениях итоговых тестирований. Особенно оптимизировались показатели в беге на 30 метров, где прирост результатов составил 8,3 % (с $4,28 \pm 0,15$ до $3,95 \pm 0,06$, $P < 0,05$). В беге на 30 метров с мячом улучшение результата составило 6,7 % (с $4,91 \pm 0,10$ до $4,6 \pm 0,07$, $P < 0,05$). В ударе по мячу ногой на дальность положительная динамика в экспериментальной группе составила 6,8 % (с $49,5 \pm 2,08$ до $53,1 \pm 1,59$, $P < 0,05$). В остальных тестирующих упражнениях также наблюдалась достоверная оптимизация результатов. Наименьшая динамика отмечена в 6-минутном беге (3,4 %, с $1627 \pm 14,6$ до $1683 \pm 9,42$, $P < 0,05$). Это связано с тем, что данный этап подготовки характеризовался превалированием скоростно-силовой и специально-силовой тренировочной нагрузки.

На последнем этапе экспериментальной части исследования были изучены возможные функциональные сдвиги у игроков экспериментальной группы по итогам применения разработанной нами программы (табл. 4).

Исходя из полученных результатов, можно констатировать, что по основным показателям, характеризующим степень функциональной подготовленности, наблюдалась положительная динамика. Так, максимальные значения ЧСС в конце тренировки снизились на 7,9 % (с $189,5 \pm 9,06$ до $175,5 \pm 5,91$, $P < 0,05$). Средняя ЧСС уменьшилась на 6,5 % (с $187,2 \pm 7,10$ до $175,5 \pm 5,91$, $P < 0,05$). Максимальная скорость бега увеличилась всего лишь на 3,8 % (с $23 \pm 0,6$ до $23,9 \pm 0,8$, $P < 0,05$). Но это связано с тем, что скоростные способности наименее подвержены изменениям в процессе тренировочных занятий. Многочисленные исследования показали, что проявление этих качеств во многом обусловлено генетически.

Положительная динамика минимального ЧСС в начале тренировки (-8,2 %) не носит достоверного характера (с $96,1 \pm 8,2$ до $88,8 \pm 6,4$, $P > 0,05$). По нашему мнению, это произошло вследствие психологической адаптации игроков к предстоящей тренировочной нагрузке.

Отсутствие достоверных положительных изменений в показателе общей преодолеваемой дистанции (2,3 %, с $5210 \pm 219,3$ до $5330 \pm 223,3$, $P > 0,05$) объясняется тем, что итоговое тестирование проходило за день до контрольной игры, и имела место своего рода «экономизация» усилий игроками экспериментальной группы.

Выводы

1. Мониторинг физического и функционального состояния с помощью средств оперативного и текущего контроля является одним из основных компонентов оптимизации подготовительного этапа футболистов.

2. Основываясь на динамике физического и функционального состояния футболистов экспериментальной группы, можно сделать вывод о том, что применение тех или иных средств и методов тренировки должно опираться на показатели оперативного и текущего контроля игроков.

3. Достижение максимального эффекта тренировочной деятельности, направленной на совершенствование физических качеств и функционального состояния футболистов, невозможно без учета:

1) эффективности их проявления в игровой деятельности;

2) оперативного, текущего и этапного состояний функциональных систем игроков;

3) принципов формирования и дозирования всех компонентов нагрузки.

Список литературы

1. Губа В.П., Стула А.А. Методология подготовки юных футболистов. М.: Человек, 2015. 236 с.

2. Стула А., Губа В.П., Скрипко А.Д. Тестирование и контроль подготовленности футболистов: монография. М.: Спорт, 2016. 230 с.

3. Губа В.П., Лексаков А.В. Интегральная подготовка футболистов: учебное пособие. М.: Советский спорт, 2010. 208 с.

4. Губа В.П., Шамардин А.А. Комплексный контроль интегральной физической подготовленности футболистов. М.: Советский спорт, 2015. 282 с.

5. Золотарев А.П., Лексаков А.В., Российский С.А. Футбол: методологические основы многолетней подготовки спортивного резерва. М.: Физическая культура, 2010. 160 с.

6. Селуянов В.Н., Сарсания К.С., Заборова В.А. Футбол: проблемы физической и технической подготовки. Долгопрудный: Издательский дом «ИНТЕЛЛЕКТиК», 2012. 160 с.

7. Годик М.А., Скородумова А.П. Комплексный контроль в спортивных играх: монография. М.: Советский спорт, 2010. 336 с.

8. Иорданская Ф.И. Мониторинг физической и функциональной подготовленности футболистов в условиях учебно-тренировочного процесса. М.: Советский спорт, 2013. 180 с.

9. Лексаков А.В., Губа В.П. Особенности комплексного контроля в подготовке футболистов различного уровня. М.: Фагот, 2010. 78 с.

УДК 373.2

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГОВ К РЕАЛИЗАЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С ДЕТЬМИ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Ильина Г.В., Тугулева Г.В.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: galinka_ilina@rambler.ru

В статье обозначена содержательная характеристика готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий и определены организационно-педагогические условия, необходимые для эффективного формирования готовности педагогов дошкольного образования к реализации современных здоровьесберегающих технологий: формирование ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению; использование проблемно-развивающих упражнений с целью развития рефлексивных способностей педагогов дошкольных образовательных организаций; совершенствование профессионально-педагогического мышления педагогов дошкольных образовательных организаций в процессе повышения квалификации. Готовность педагогов к реализации здоровьесберегающих технологий определяется как результат профессиональной подготовки педагогов, основанной на интеграции ценностно-мотивационного, когнитивно-содержательного и практического компонента и подразумевает практическую реализацию полученных в ходе подготовки профессиональных компетенций в соответствующих педагогических условиях, необходимых для эффективного осуществления практической деятельности по здоровьесбережению дошкольников. Отмечено, что критерии оценки показателей компонентов готовности и методика формирования готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста должны разрабатываться с учётом этапов подготовки, специальных средств, методов и методического обеспечения. Экспериментальное исследование по реализации представленного комплекса организационно-педагогических условий показало эффективное развитие ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению в профессиональной деятельности.

Ключевые слова: дошкольное образование, физическое развитие, организационно-педагогические условия, здоровьесберегающие технологии, готовность педагогов к реализации здоровьесберегающих технологий, дети дошкольного возраста

THE ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF TEACHERS' READINESS TO IMPLEMENT HEALTH SAVING TECHNOLOGIES WITH CHILDREN OF PRESCHOOL AGE

Ilina G.V., Tuguleva G.V.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: galinka_ilina@rambler.ru

The article outlines a meaningful characteristic of teachers' readiness to implement modern health-saving technologies and defines organizational and pedagogical conditions necessary for the effective formation of teachers' readiness for preschool education to implement modern health-saving technologies: the formation of a value-motivational attitude of teachers to health-saving; using problem-developing exercises in order to develop the reflexive abilities of teachers of preschool educational organizations; improvement of vocational and pedagogical thinking of teachers of preschool educational organizations in the process of advanced training. The readiness of teachers to implement health-saving technologies is defined as the result of professional training of teachers based on the integration of a value-motivation, cognitive-content and practical component and implies the practical implementation of professional competencies obtained during the preparation in the appropriate pedagogical conditions necessary for the effective implementation of practical activities for the health of preschoolers. It is noted that the criteria for assessing the indicators of readiness components and the methodology for forming the readiness of teachers to implement modern health-saving technologies with children of preschool age should consider the stages of preparation, special means, methods and techniques, and methodological support. An experimental study on the implementation of the presented set of organizational and pedagogical conditions showed the effective development of the value-motivation attitude of teachers to health conservation in professional activities.

Keywords: preschool education, physical development, organizational and pedagogical conditions, healthy-saving technologies, readiness of teachers to implement healthy-saving technologies, preschool children

Современным обществом сформулирован запрос на оздоровление подрастающего поколения на законодательном уровне, ведутся исследования по проблеме применения здоровьесберегающих технологий в образовательной деятельности. Однако профессиональная готовность педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста разработана недостаточно. Таким образом, с одной стороны, общество нуждается в квалифицированных педагогах дошкольного образования, компетентных в вопросах применения технологий здоровьесбережения, с другой стороны, необходимо совершенствовать систему методи-

ческой работы с педагогами дошкольного образования так, чтобы технологии здоровьесбережения активно использовались в практической работе.

С.С. Савельева рассматривает профессиональную компетентность учителя в образовательном процессе вуза и отмечает в качестве основных педагогических условий формирования профессиональной компетентности учителя следующее: «…ориентация на субъектность личности, способной к самоидентификации и самоактуализации; создание креативной среды; побуждение к рефлексивной деятельности; диалогизация образовательного процесса, определяющие технологию поэтапного формирования изучаемого личностного образования, включающую адаптационно-репродуктивный, активно-деятельностный и творческо-преобразовательный этапы...» [1].

Мы рассматриваем педагогические условия как «…совокупность объективных возможностей содержания, методов и форм, направленных на решение поставленных задач в образовательном процессе» и подчёркиваем, что педагогические условия в образовательном процессе создаются сознательно и реализуются с обеспечением эффективности его протекания [2]. Нам кажется уместной в контексте данного исследования позиция И.А. Бережной, Г.В. Ильиной, Л.С. Юлдашевой, которые считают, что реализация здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста напрямую зависит от того, в каких условиях она производится.

На сегодняшний день можно говорить о том, что активно ведутся научные исследования по проблеме применения педагогами современных здоровьесберегающих технологий. Исследуются различные аспекты применения здоровьесберегающих технологий воспитателями дошкольных образовательных учреждений [3], активно используются здоровьесберегающие технологии в логопедической практике [4], в работе специалистов – педагогов ИЗО, музыкальных работников [5], здоровьесбережение используется в практике работы инструкторов по физической культуре дошкольных учреждений [6].

В исследованиях Н.И. Соловьёвой была разработана и апробирована целостная модель здоровьесберегающей системы образования, а также программа, обеспечивающая её реализацию в структуре общеобразовательной школы [7]. В исследованиях О.Ф. Рудой выявлены и апробированы педагогические условия формирования готовности педагогов к использованию современных технологий дошкольного образования [8]. Разработанные программы дополнительного образования педагогов позволили усилить практическую направленность подготовки педагогов.

Результаты исследования и их обсуждение

Мы считаем, что педагогические условия оказывают прямое влияние на процесс формирования готовности педагогов к реализации здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста. И полагаем, что для эффективного формирования готовности к реализации здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста необходимы следующие организационно-педагогические условия:

1) формирование ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению;

2) использование проблемно-развивающих упражнений с целью развития рефлексивных способностей педагогов дошкольных образовательных организаций;

3) совершенствование профессионально-педагогического мышления педагогов дошкольных образовательных организаций в процессе повышения квалификации.

Попытаемся сформулировать содержательную характеристику перечисленных выше организационно-педагогических условий, необходимых для формирования готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий.

Формирование ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению. Введение данного условия необходимо для стимулирования здоровьесберегающей, здоровьетворческой атмосферы среди педагогов дошкольных образовательных организаций. Теоретические основания реализации данного условия представлены в современных исследованиях сущностной основы здоровья, сохранения здоровья, здорового образа жизни [9], в современных исследованиях по формированию здоровьесберегающей компетентности дошкольников и младших школьников [10].

Развитие рефлексивных способностей педагогов дошкольных образовательных организаций важно для формирования понимания педагогами взаимосвязи между наличием собственной потребности вести здоровый образ жизни и эффективностью практического применения здоровьесберегающих технологий в работе с детьми дошкольного возраста.

Отметим необходимость знаний педагогами определенных нормативно-правовых документов, касающихся охраны и укре-

пления физического и психического здоровья детей.

Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации, в котором обозначено одним из направлений работы специалистов – участие в «информационном обеспечении различных групп населения по вопросам профилактики заболеваний и укрепления здоровья», что является безусловно значимым в работе по формированию здорового образа жизни, сохранению и укреплению здоровья детей, подростков и молодежи, формированию активной мотивации заботы о собственном здоровье и здоровье окружающих.

Министерством здравоохранения разработан ряд приказов, связанных с улучшением состояния здоровья детей и подростков, которыми обеспечивается право ребенка на бесплатную медицинскую помощь, предусматривается профилактическая деятельность в целях улучшения охраны и укрепления здоровья детей, устанавливаются календари ранней диагностики и вакцинации, правила своевременного оказания лечебно-профилактической помощи детям, регламентируется проведение диспансеризации детей до 18 лет.

В качестве основных задач диспансеризации обозначено проведение мероприятий, направленных на формирование, сохранение и укрепление здоровья детей, профилактику и снижение заболеваемости, детской инвалидности. Диспансеризация включает проведение профилактических осмотров детей до 18 лет, дополнительное обследование детей с выявленной патологией, формирование групп детей повышенного риска развития заболеваний, разработку и проведение комплекса неотложных и долгосрочных лечебно-оздоровительных мероприятий.

Однако проблема сохранения и укрепления здоровья детей не может быть решена только при помощи системы работы учреждений здравоохранения. Здоровье человека зависит, прежде всего, от образа жизни, которого сам человек придерживается. Образ жизни, в свою очередь, формируется посредством воспитания и образования как в семье, так и в образовательных учреждениях, которые посещает ребёнок. Поэтому здоровьесбережение неразрывно связано с аксиологией, экологией, культурологией образования, а здоровье ребёнка – с работой образовательных организаций дошкольного образования, медицинских учреждений, а также с деятельностью спортивных и физкультурных организаций.

Министерством образования и науки РФ разработан образовательный стандарт, который направлен на решение задачи «охраны и укрепления физического и психического здоровья детей, в том числе их эмоционального благополучия». Стандарт дошкольного образования выделяет основные принципы дошкольного образования, а именно: учёт возрастных, индивидуальных и этнических особенностей каждого ребёнка, индивидуализация образования, в том числе и для детей с ограниченными возможностями образования, субъектная позиция ребенка с возможностью активного выбора им содержания собственного образования.

Федеральным государственным образовательным стандартом дошкольного образования представлены направления развития и образования детей дошкольного возраста (образовательные области): социально-коммуникативное развитие, познавательное развитие, речевое развитие, художественно-эстетическое развитие, физическое развитие – каждая из выделенных образовательных областей так или иначе связана со здоровьесбережением, преимущественно с созданием эмоционального благополучия каждого ребенка, развитием тех или иных его способностей.

Наиболее полно задача охраны и укрепления физического и психического здоровья детей решается в рамках образовательной области физическое развитие, которая включает приобретение опыта двигательной деятельности детей, развитие координации и гибкости, тем самым способствуя правильному формированию опорно-двигательной системы организма дошкольника, развитию равновесия и координации движений, освоению детьми правильного выполнения основных движений, а также – формированию ценностно-мотивационной сферы, связанной с саморегуляцией двигательной активности, знакомству с ценностями здорового образа жизни, с нормами правильного питания, двигательного режима, закаливания и т.д.

Федеральным законодательством о физической культуре и спорте созданы условия для развития массовых и индивидуальных форм физкультурно-оздоровительной и спортивной работы в учреждениях и организациях независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, с детьми дошкольного возраста и с обучающимися в образовательных учреждениях. Физическая культура и спорт в Российской Федерации рассматриваются как одно из важнейших средств укрепления здоровья, профилактики заболеваний; гарантируется обеспечение права каждого на свободный доступ к физической культуре и спорту, как к необходимому условию

развития физических, интеллектуальных и нравственных способностей личности. Кроме того, законодательно обеспечивается непрерывность и преемственность физического воспитания граждан, относящихся к разным возрастным группам, содействие развитию всех видов спорта, в том числе детско-юношеского спорта.

Основной целью Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации обозначено создание условий, которые обеспечат возможность для граждан страны вести здоровый образ жизни, систематически заниматься физической культурой и спортом, а в число основных задач входит создание национальной системы физкультурно-спортивного воспитания населения, пропаганда здорового образа жизни, подчёркивается необходимость уделить большое внимание модернизации физического воспитания в образовательных учреждениях.

Совершенствование профессионально-педагогического мышления педагогов на разных этапах образования, в том числе на уровне дошкольных образовательных организаций, в процессе повышения квалификации связано с повышением профессиональной компетентности педагогов. Ю.В. Лукашин подчёркивает, что здоровьесберегающая компетенция обеспечивает успешность педагогической деятельности и является обязательной профессиональной компетенцией, которая, в свою очередь, является целостным образованием, в состав которого входят личностный и профессиональный аспекты. При этом личностный аспект подразумевает ответственное отношение к собственному здоровью, а профессиональный – является результатом «осознания ценности здоровья подрастающего поколения, всех субъектов образовательного процесса и способности его сохранять» [11]. Сформированность здоровьесберегающей компетенции позволяет педагогу ориентироваться на «здоровьесбережение всех субъектов образовательного процесса (педагогов – детей – родителей), не ограничиваясь рамками учебно-предметной деятельности». Компонентами здоровьесберегающей компетенции педагогов Ю.В. Лукашин определяет мотивационно-волевой, когнитивно-ценностный, практико-действенный и рефлексивный компоненты. Мотивационно-волевой компонент обеспечивает активную потребность личности в ведении здорового образа жизни и поддержании этого интереса у воспитанников. Когнитивно-ценностный компонент актуализирует значимость междисциплинарных знаний педагогов о здоровье человека «с учётом возрастных, индивидуальных и иных особенностей конкретного человека, овладение современными здоровьесберегающими технологиями» [11], а также аксиологическую основу педагогической деятельности. Включение здоровьесбережения во все виды педагогической деятельности определяется практико-действенным компонентом. Рефлексивный компонент здоровьесберегающей компетенции является необходимым условием эффективной реализации деятельности по здоровьесбережению и предполагает её систематический анализ педагогом.

Заключение

Готовность педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий мы определяем как результат профессиональной подготовки педагогов, основанной на интеграции ценностно-мотивационного, когнитивно-содержательного и практического операционального компонента, что подразумевает практическую реализацию полученных в ходе подготовки профессиональных компетенций в соответствующих педагогических условиях, необходимых для эффективного осуществления практической деятельности по здоровьесбережению в дошкольной образовательной организации. Готовность педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста рассмотрена нами в аспекте соответствия целей, задач, обозначенных законодательно, содержанию, методам и формам работы по осуществлению здоровьесбережения в практической деятельности педагогов дошкольных образовательных организаций с учётом индивидуальных особенностей дошкольников.

Проверена эффективность разработанных нами организационно-педагогических условий формирования готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий:

– формирование ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению;

– использование проблемно-развивающих упражнений с целью развития рефлексивных способностей педагогов дошкольных образовательных организаций;

– совершенствование профессионально-педагогического мышления педагогов дошкольных образовательных организаций в процессе повышения квалификации [12].

Разработанные нами критерии оценки показателей компонентов готовности педагогов дошкольных образовательных организаций к реализации современных

здоровьесберегающих технологий легли в основу методического обеспечения процесса повышения уровня профессиональной компетентности студентов и педагогов дошкольного образования в реализации современных здоровьесберегающих технологий в ходе курсов повышения квалификации педагогов ДОУ [13].

Результаты проведённого нами исследования по формированию готовности педагогов дошкольного образования к реализации здоровьесберегающих технологий в профессиональной деятельности позволили сформулировать общие выводы.

Проблема профессиональной готовности педагогов дошкольного образования к реализации современных здоровьесберегающих технологий в профессиональной деятельности остается актуальной и требует глубокого осмысления на теоретическом и методическом уровне.

Готовность педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий – это результат целенаправленной организационно-педагогической и методической работы, направленной на повышение уровня профессиональной квалификации педагогов.

Выявленный и экспериментально проверенный комплекс педагогических условий обеспечивает эффективное развитие ценностно-мотивационного отношения педагогов к здоровьесбережению; активизацию аналитического и рефлексивного потенциала педагогов дошкольного образования, совершенствование профессионально-педагогического мышления педагогов дошкольных образовательных организаций.

Методика формирования готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста должна разрабатываться с учётом этапов подготовки, специальных средств, методов и приёмов, методического обеспечения, что позволяет сделать процесс формирования готовности педагогов к реализации здоровьесберегающих технологий в профессиональной деятельности более качественным.

Список литературы

1. Савельева С.С. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности учителя в образовательном процессе вуза: монография. Воскресенск: Изд-во «Позитив», 2012. 220 с.

2. Ильина Г.В. Физкультурная деятельность детей в непрерывном образовании: учебно-методический комплекс. Магнитогорск: МаГУ, 2012. 115 с.

3. Бабенкова Е.А. Здоровьесберегающая технология при подготовке детей к школе // Воспитатель дошкольного образовательного учреждения. 2012. № 2. С. 14–24.

4. Лейтан Т.Н., Коваценко А.Б., Никитина Н.В. Программа оздоровления дошкольников с ОНР // Логопед. 2010. № 5. С. 28–36.

5. Леонова Н.Н. Нетрадиционные техники рисования в работе по здоровьесбережению // Управление дошкольным образовательным учреждением. 2012. № 5. С. 92–95.

6. Борисова М.М., Горелова В.В. Использование фитнес-технологий в ДОУ // Инструктор по физкультуре. 2012. № 2. С. 108–118.

7. Соловьёва Н.И. Концепция здоровьесберегающей технологии в образовании и основные организационно-методические подходы её реализации // Экология, культура, образование. Ставрополь, 2005. № 17. С. 30–31.

8. Рудой О.Ф. Формирование готовности педагогов к реализации современных технологий дошкольного образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2013. 181 с.

9. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе. М.: АПК и ПРО, 2002. 121 с.

10. Кузнецова Л.Т. Развитие здоровьесберегающей компетентности у детей старшего дошкольного возраста: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2007. 24 с.

11. Лукашин Ю.В. Формирование здоровьесберегающей компетенции у студентов педагогического вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Пенза, 2010. 23 с.

12. Ильина Г.В., Бережная И.А., Юлдашева Л.С. Формирование готовности педагогов к реализации современных здоровьесберегающих технологий с детьми дошкольного возраста: монография. Магнитогорск: МГТУ, 2019. 170 с.

13. Ilyina G.V., Raschikulina E.N., Tuguleva G.V., Yakovleva L.A. Students' readiness formation for realization of the continuity principle in the development of children's physical qualities. IEJME -Mathematics Education. 2016. Vol. 11. No.10. P. 3487–3510.

УДК 378.14

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Казанцева Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: kazantsevaej@tyuiu.ru

Российская система образования вынуждена пересматривать многие вопросы, связанные с повышением качества подготовки специалистов. В статье рассмотрена роль химического эксперимента в формировании знаний у студентов технического вуза. Химический эксперимент – неотъемлемая часть химии как науки – является средством, методом обучения и важнейшим путем превращения знаний в убеждения. Раскрыты причины плохой подготовки абитуриентов к обучению в высшей школе. На основе трудов выдающихся ученых и педагогов показана важность в заинтересованности обучающихся в демонстрационном эксперименте. Немаловажная роль отводится работе преподавателя со студентами. Педагог должен научить обучающегося искусству экспериментирования, постоянно обращать их внимание на технику проведения опытов. В статье значительное место отведено основным требованиям, без соблюдения которых невозможно обучающимся осознать химические закономерности. Приведен пример количественного опыта, его отличие от опыта в пробирках. Рассмотрены основные этапы процесса познавательного интереса к химии через эксперимент. В заключение сделан вывод о сущности правильно поставленного эксперимента, его роли в развитии у будущих технических специалистов стремления к совершенствованию знаний и умений и применению их в производстве.

Ключевые слова: учебный процесс, химический эксперимент, метод познания, практика, наблюдение, демонстрация опытов

CHEMICAL EXPERIMENT AT THE TECHNICAL UNIVERSITY

Kazantseva E.Yu.

Federal State budget institution of higher education «Tyumen Industrial University», Tyumen, e-mail: kazantsevaej@tyuiu.ru

The Russian education system is forced to review many issues related to improving the quality of professional training. The article considers the role of chemical experiment in the formation of knowledge among students of technical universities. Chemical experiment is an essential part of chemistry as a science, it is an instrument, a method of learning, and an important way of turning knowledge into beliefs. The article reveals the reasons for the poor preparation of students for learning in higher education. Based on the works of outstanding scientists and teachers, the importance of students' interest in the demonstration experiment is shown. An important role is assigned to the work of the teacher with students. The educator should teach the student the art of experimentation, and constantly draw their attention to the technique of conducting experiments. In the article, a significant place is given to the main requirements, without which it is impossible for students to understand chemical patterns. An example of quantitative experience is given, its difference from the experience in test tubes. The main stages of the process of cognitive interest in chemistry through experiment are considered. In summary, a conclusion is made about the essence of a correctly set experiment, its role in the development of future technical specialists ' desire to improve their knowledge and skills and their application in production.

Keywords: educational process, chemical experiment, method of cognition, practice, monitoring, demonstration of experiments

Модернизация российского образования ориентирует учебный процесс на развитие личности обучающихся, на формирование у них современного научного мировоззрения. В системе обучения велика роль химического эксперимента.

Целью данного исследования является анализ и применение химического эксперимента в учебном процессе. Химический эксперимент – это исключительно ценное и действенное средство для прочного усвоения знаний обучающихся, выработки навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания в производственной деятельности.

Материалы и методы исследования

Методами данного исследования являются обобщение и систематизация теоретических научных источников и опыта практической деятельности. В качестве источников для написания статьи послужили работы таких ученых, как В.С. Полосин, И.П. Смирнов, Э.Ф. Зеер и другие.

Результаты исследования и их обсуждение

Химия – наука экспериментальная, поэтому при изучении химических дисциплин потребность в эксперименте больше, чем при изучении других предметов [1].

В последнее время система образования столкнулась с новыми угрозами и вызовами. В первую очередь всем известная международная проблема набора в технические вузы абитуриентов со слабой довузовской подготовкой. Первокурсникам трудно усваивать образовательные стан-

дарты технических дисциплин. Данные дисциплины рассчитаны, как правило, на более высокий базовый уровень знаний. Особенно это касается уровня базовой химической грамотности. Специалисты бьют тревогу по поводу того, что химическая грамотность старшеклассников ухудшается из года в год. Школьники ошибаются при нахождении молярной массы вещества, не имеют навыков вычисления с использованием понятий «процент», «массовая доля элемента». В чем же причина? Обычно в старших классах химию изучают на базовом уровне всего час в неделю, на углубленном – 3 часа. Этого, конечно же, недостаточно. Планируется по новым образовательным стандартам (ФГОС) химию у 10–11 классов сделать предметом по выбору. Это приведет к проблемам в вузах. В техническом вузе, куда поступит школьник, химию ему все равно придется изучать.

Проблема еще состоит и в том, что в России сегодня около пяти тысяч школ, которые не имеют химических лабораторий (в основном это сельские школы). Во многих лабораториях устаревшее оборудование, проблемы с реактивами. Данную проблему частично может решить виртуальная реальность. 3D-лаборатории сейчас активно входят в образовательный процесс. Но, как правило, без реальной практики – никуда. Данные виртуальные лаборатории можно использовать только на начальном этапе для поднятия мотивации школьников. Ребята, которые хотят поступить в технический вуз, должны уметь проводить эксперименты, знать оборудование и технику безопасности.

Практика является еще одной «проблемной» областью. Учащимся необходимо рассказывать, как применять знания в реальных жизненных ситуациях, организовывать экскурсии на предприятия и в научные лаборатории. Ученик не сможет понять, для чего ему химия, если решение типовых задач не связывать с применением их на практике. Так, известный профессор В.С. Полосин в свое время писал: «К сожалению, еще встречается «меловой» подход, когда учитель заменяет демонстрации формулами и уравнениями химических реакций» [2].

Но вернемся к современной ситуации, к преподаванию химии в техническом вузе. Преподаватель химии ставит перед собой цель, чтобы обучающийся усвоил государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ГОС ВПО) и у студента сформировалось положительное отношение к изучению предмета. Так как число аудиторных часов занятий невелико, то вводная лекция смогла бы сыграть большую роль в достижении данной цели. Именно на вводной лекции можно показать основные достижения современной химии и направления научных открытий. Многим преподавателям приходится пропускать данную лекцию ввиду недостатка часов.

Однако химический эксперимент занимает весьма значимое место. Он является одним из мощных методов научного и учебного познания. М.В. Ломоносов отмечал: «Химии никоим образом научиться невозможно, не выдав самой практики и не принимаясь за химические операции».

О важности лабораторного эксперимента писали многие ученые и педагоги: Д.И. Менделеев, В.Н. Верховский, В.С. Полосин, К.Д. Ушинский, Л.А. Цветков, Д.И. Писарев и другие. Как показано в трудах И.П. Смирнова [3], в процессе воспитания необходимо учитывать интересы молодежи, а именно, существующую у нее потребность во впечатлениях. Химический эксперимент должен быть эффектным, занимательным, привлекающим внимание окружающих. Многие преподаватели в начале курса предпочитают демонстрационный эксперимент, чтобы дать обучающимся возможность наблюдать явления, сопровождающие опыт. Педагог, желающий научить студентов искусству экспериментирования, постоянно обращает их внимание и на технику проведения опытов.

Химический эксперимент обеспечивает прочное усвоение знаний обучающимися, содействует выработке навыков самостоятельной работы, инициативы, способности проводить систематические наблюдения, умения применять полученные знания на практике. Эксперименты, выполненные с большим количеством веществ, пробуждают любознательность и надолго оставляют сильные впечатления. При ярких демонстрациях у студентов появляются благоприятствующие усвоению материала эмоции.

Эксперимент невозможен без наблюдения, которое является его постоянным спутником. Демонстрации нужно ставить так, чтобы обучающийся смог правильно сделать выводы и обобщения химических закономерностей. Без выполнения определенных требований и без соблюдения общих правил всего этого невозможно достичь. Из этих общих требований основными являются: наглядность, безопасность, простота, надежность, необходимость повторения, необходимость объяснения, своевременность постановки эксперимента и ограниченность во времени [4].

Вкратце выясним сущность каждого из этих требований.

● *Наглядность* – есть одно из первых общих требований к химическому эксперименту. Всё, что показывает и проделывает преподаватель на демонстрационном столе – приборы, реактивы, вызываемые при опыте явления и т.п., – должно быть хорошо видно каждому студенту. Иногда демонстрация опыта проводится быстро и не дает возможности охватить весь процесс в целом и рассмотреть протекающие явления. Если нельзя изменить условия и замедлить ход процесса, студенты должны быть хорошо подготовлены к его восприятию.

● *Безопасность эксперимента,* прежде всего, зависит от того, насколько сам преподаватель овладел техникой эксперимента. Опытные преподаватели не допускают небрежности в проведении эксперимента и несут ответственность за свою работу. Опыты, сопровождающиеся разбрызгиванием веществ, взрывами, вспышками, всегда следует проводить в некотором отдалении от обучающихся либо с применением экрана. Особенную осторожность следует проявлять при демонстрации экспериментов с газами. Прежде чем приступать к выполнению опытов, студенты всегда проходят инструктаж по технике безопасности. И самое главное: в случае действительной опасности преподаватель должен сохранять спокойствие, чтобы быстро предупредить тяжелые последствия неудачного эксперимента.

● *Простота эксперимента* – одно из основных требований к демонстрации опытов. При этом вовсе не исключаются сложные установки там, где это действительно необходимо. Когда встает вопрос выяснения сущности производственных химических процессов, многие преподаватели начинают конструировать невероятно сложные установки, хотя некоторые можно было бы с успехом исключить. Вот поэтому к понятию «простота» эксперимента или прибора нужно подходить очень вдумчиво.

● *Надежность (безотказность, воспроизводимость)* экспериментов подразумевает точное следование тем указаниям, которые имеются в методических руководствах. При осуществлении эксперимента надежность и техническое совершенство приборов должны обеспечивать соблюдение правил техники безопасности. Данное требование зависит в первую очередь от состояния учебно-материальной базы лаборатории, а также от знаний всего арсенала учебного оборудования. Преподаватель должен в полной мере владеть техникой химического эксперимента. Каждый опыт, который демонстрирует педагог, должен удаваться. Обычно преподаватель, у которого опыты не удаются, быстро теряет авторитет у обучающихся. Такие постоянные неудачи при проведении опытов порождают у студентов равнодушие, незаинтересованность процессом и в итоге слабую успеваемость.

● *Необходимость повторения* демонстраций является также основным требованием к лабораторному практикуму. Как правило, некоторые эксперименты студенты проделывают на занятиях единожды, поэтому они часто забывают ход эксперимента. Обучающийся при однажды поставленном опыте не получает достаточно сильных впечатлений, необходимых для образования соответствующих ассоциаций. «Чем чаще, – говорит И.И. Сеченов, – видится какая-нибудь вещь, тем более шансов видеть её с разных сторон и тем полнее и расчлененнее становится ее образ-представление». Поэтому преподавателю для обеспечения прочного закрепления конкретных представлений у студентов необходимо повторно воспроизводить демонстрационные эксперименты, наиболее важные для усвоения химических понятий и явлений.

● Одним из важных требований, предъявляемых к химическому эксперименту, является *хорошее объяснение* проводимого педагогом опыта. Даже если преподаватель проделает множество опытов, но при этом не объяснит их как следует и не покажет их сущность, то вся работа пойдет впустую. Обучающиеся не смогут установить причинные связи между явлениями и сделать из наблюдаемых фактов выводы. Эксперимент для студентов должен быть средством для облегчения усвоения курса химии, а не средством их развлечения. Одним словом, наблюдению нужно учить и учиться.

● *Требование своевременности демонстраций*, иначе, точное совпадение их во времени с изучаемым материалом, является также существенным, но, однако, не всегда соблюдаемым в вузе. Чаще всего наблюдается отставание практических занятий от лекций. Расписание занятий может быть составлено так, что лабораторные работы стоят раньше лекций. Преподаватель начинает на практике объяснять лекционный материал, а на выполнение эксперимента времени не хватает.

● *Ограниченность времени* демонстраций как раз и является следствием предыдущего требования к лабораторному эксперименту. Время, отведенное на проведение той или иной лабораторной работы, ограниченно. Необходимо оставить время на краткую беседу со студентами с целью понять, как они восприняли увиденное и насколь-

ко правильны их суждения о проделанном опыте. Эксперименты, требующие длительного времени, можно заменить наблюдениями физических явлений в природе, переносом эксперимента в химические кружки, проведением производственных экскурсий.

Итак, картина лабораторного занятия ясна: здесь мы видим применение самых разнообразных методов и форм работы педагога: беседа, демонстрационный опыт и, наконец, в занятие включены эксперименты, выполняемые отдельными студенческими подгруппами (звеньями). Лабораторные работы порой превращаются в небольшое исследование, проводимое коллективно обучающимися всей группы. Как правило, занятия проводятся фронтально: сначала все студенты небольшими группами проделывают один и тот же опыт, а затем следует обсуждение и оценка полученных знаний. Недостатком такой работы следует отметить различный темп выполнения эксперимента. Многие не успевают проделать опыт и вынуждены прекращать выполнение работы. При этом не доведенный до конца эксперимент теряет свою образовательную и воспитательную ценность. Бывает и так, что у некоторых ребят опыт не удался по какой-либо причине, в то время когда уже другие закончили работу.

Заслуживает внимания и вопрос об общей дозировке занятий, связанных с экспериментом, в системе учебной работы. В практике многих вузов наблюдается погоня за большим количеством опытов, так что обучающимся не хватает времени для осознания полученного материала. Требование проделать подряд несколько экспериментов, разнообразных по технике выполнения, очень усложняет работу. Здесь сказываются еще и школьные пробелы, которые обнаруживаются у студентов первых курсов, особенно при выполнении практических работ количественного характера. Многие из ребят допускают ошибки при измерении объемов жидкостей из-за неумения учитывать кривизну мениска поверхности жидкости, определять цену деления химической посуды, не соблюдают правила обращения с весами и т.д. В ходе проведения лабораторного эксперимента обучающиеся приобретают ряд необходимых практических знаний и умений по взвешиванию веществ, измерению объема жидкостей, учатся объективно оценивать точность проводимого эксперимента, пользоваться различными измерительными приборами, справочниками и таблицами.

Для проведения количественных опытов от обучающихся требуются более совершенные практические навыки по сравнению с опытами в пробирках. Роль химического эксперимента как раз и заключается в постепенном переходе от пробирочных опытов к более емким, сложным опытам и расчетам. Для примера можно привести выполнение практической работы студентами по приготовлению раствора соли сульфата натрия с определенной массовой долей растворенного вещества. Преподаватель показывает, как с помощью ареометра измеряется плотность раствора заданной концентрации. Данный способ имеет широкое применение не только в лабораторной практике, но и на производстве. В любой лаборатории промышленного предприятия студенты встретятся с исследованием сырья, готовой продукции, строительных материалов и т.п. Для практического занятия готовится демонстрационная таблица плотности тех растворов сульфата натрия, какие будут готовить обучающиеся. На занятии студенты под руководством преподавателя измеряют плотность приготовленного ими раствора и по таблице определяют массовую долю сульфата натрия в нем. О целесообразности проверки практической части работы лучше всего судить по тому чувству удовлетворения, которое проявляют студенты, когда убеждаются, что раствор приготовлен ими верно. И в то же время при значительном расхождении результатов измерения с табличными данными у ребят появляется желание выяснить причину ошибки и переделать задание.

Данный пример показывает, что процесс познавательного интереса к химии при использовании эксперимента развивается в следующем порядке:

1. Студент, не имеющий интереса к изучению курса, выполняет работу согласно учебному плану.

2. Интерес к учебному процессу возникает от впечатлений, полученных при удачном проведении опыта.

3. Задачи учебной деятельности для студента становятся значимыми.

4. Происходит качественное усвоение знаний.

Заключение

При правильно поставленном эксперименте формируются не только полноценные химические знания, но и научное мировоззрение студента. Правильно поставленный химический эксперимент способствует развитию у будущих технических специалистов стремления к совершенствованию знаний и умений, к применению этих навыков в производственной практике и играет немаловажную роль при выборе избираемой

ими специальности. Нужно очень серьезно продумать вопрос о том, как связать эксперимент с производством: что возможно перенести с производства в вуз, в какой форме сделать это и, наоборот, что следует из испытанного в лаборатории вуза перенести на производство. Кроме того, по Э.Ф. Зееру, химический эксперимент можно рассматривать как составную часть личностно ориентированного образования [5]. С одной стороны, эксперимент предполагает активное восприятие обучающегося, а с другой – учитывает профессиональные особенности педагога, его индивидуальный стиль.

Список литературы

1. Чернобельская Г.М. Теория и методика обучения химии: учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Дрофа, 2010. 320 с.

2. Полосин В.С. О некоторых методолгических подходах к организации химического эксперимента // Химия в школе. 1988. № 5. С. 63.

3. Смирнов И.П. Новый принцип воспитания: ориентация на интересы молодежи. Екатеринбург: ИД Сократ, 2012. 184 с.

4. Голубева Т.Б. О формировании мотивации изучения химии у студентов технического вуза посредством использования демонстрационного эксперимента // Вестник ЧГПУ. 2011. № 11. С. 43–50.

5. Зеер Э.Ф. Психология профессий: учебное пособие для студентов вузов. М.: Академический проспект, Фонд «Мир», 2015. 336 с.

УДК 378.147

ВОЗМОЖНЫЕ ФОРМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

Курунина Г.М., Иванкина О.М., Перевалова Е.А.

Волжский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО «ВолгГТУ», Волжский, e-mail: kurunina@post.volpi.ru

Статья посвящена одной из форм повышения успеваемости студентов в высшем образовании – самостоятельной работе. Высшее образование призвано не только готовить конкурентоспособного, компетентного специалиста, но и формировать навыки и умения для его дальнейшего саморазвития и профессионального роста. Вуз должен подготовить студента к работе в условиях постоянно меняющегося и усложняющегося производства и поощрять его стремление к продолжению получения знаний. Представлены применяемые при изучении курсов «Химия», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Химические реакторы», «Химия нефти и газа» формы и методы самостоятельной работы, а также виды контроля знаний студентов направления 18.03.02 и 18.03.01. Главной целью является выработка необходимых практических умений и навыков студентов. В Волжском политехническом институте на сайте размещены «Электронные учебно-методические комплексы по дисциплинам», которые доступны всем студентам вуза. В них представлен весь материал, который необходим студенту для успешного освоения дисциплины. Самостоятельная работа – одна из активных форм обучения студентов, которая формирует базу общекультурных и профессиональных знаний, умений и навыков. В дальнейшем это позволит выпускнику самостоятельно решать технические и творческие задачи в практической деятельности. Регулярная самостоятельная работа обязательно дает положительные результаты, что отражается в итоге на знаниях студентов и итогах сессии.

Ключевые слова: электронные учебно-методические комплексы, формы повышения успеваемости, многоуровневые задания, виды контроля, дистанционное обучение

POSSIBLE FORMS OF IMPROVING STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AT THE UNIVERSITY

Kurunina G.M., Ivankina O.M., Perevalova E.A.

Volzhsky Polytechnical Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Volzhski, e-mail: kurunina@post.volpi.ru

The article is devoted to one of the forms of improving students' academic performance in higher education – independent work. Higher education is designed not only to prepare a competitive, competent specialist, but also to form skills and abilities for their further self-development and professional growth. The University should prepare the student to work in an ever-changing and increasingly complex production environment and encourage them to continue learning. The forms and methods of independent work used in the study of the courses «Chemistry», «General and inorganic chemistry», «Analytical chemistry», «Physical chemistry», «Physical and chemical methods of analysis», «General chemical technology», «Chemical reactors», «oil and gas Chemistry», as well as types of control of students' knowledge, directions 18.03.02 and 18.03.01 are presented. The main goal is to develop the necessary practical skills of students. In the Volga Polytechnic Institute, the site contains «Electronic educational and methodological complexes for disciplines», which are available to all students of the University. It contains all the material that a student needs to successfully master the discipline. Independent work is one of the most active forms of student learning, which forms the basis of General cultural and professional knowledge, skills and abilities. In the future, this will allow the graduate to independently solve technical and creative tasks in practice. Regular independent work necessarily brings positive results, which is reflected in the end on the knowledge of students and the results of the session.

Keywords: Electronic educational and methodical complexes, forms of improving academic performance, multi-level tasks, types of control, distance learning

В настоящее время высшее образование призвано не только готовить конкурентоспособного, компетентного специалиста, но и формировать навыки и умения для его дальнейшего саморазвития и профессионального роста. Вуз должен подготовить студента к работе в условиях постоянно меняющегося и усложняющегося производства и поощрять его стремление к продолжению получения знаний.

В настоящее время идет активная работа над новыми образовательными программами инженерной подготовки в связи с внедрением в образовательный процесс федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования нового поколения (ФГОС ВО 3++) [1]. Образовательные стандарты нового поколения ориентированы на увеличение доли самостоятельной работы обучающихся.

Одним из показателей творческого подхода современного студента к обучению является самостоятельная работа (СРС) [2], в связи с этим формы такой работы постоянно совершенствуются. Данное исследование является продолжением ранее про-

веденных работ по актуальной тематике [2; 3]. Целью настоящей работы является отыскание и выбор оптимальных в настоящих условиях форм и вариантов заданий для самостоятельной работы студентов, которые сформируют умение анализировать и делать выводы.

Материалы и методы исследования

Дисциплины «Химия», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Химические реакторы» и «Химия нефти и газа» читаются в соответствии с учебным планом для студентов направления «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Все перечисленные дисциплины должны формировать баланс теоретических и практических знаний. Их основной задачей является выработка у студентов требуемых практически применимых умений и навыков. Вместе с тем освоение дисциплин развивает логическое и аналитическое мышление, формирует личность, способную творчески решать нестандартные задачи.

Одной из активных форм обучения, способствующей решению поставленных задач, является СРС. Самостоятельная работа формирует базу общекультурных и профессиональных знаний, умений и навыков у студентов, позволяет эффективно закрепить теоретический материал [3; 4].

Результаты исследования и их обсуждение

Самостоятельная работа студента в вузе – это совокупность аудиторных и внеаудиторных работ и занятий, которые обеспечивают успешное освоение образовательной программы высшего профессионального образования в соответствии с требованиями ФГОС.

В работе уральских ученых сказано, что для эффективного выполнения самостоятельных работ разных уровней студенту необходимо владеть устойчивым комплексом способов деятельности для решения различных типов учебных задач. В первую очередь речь идет об умении конспектировать, подбирать примеры, сравнивать, устанавливать межпредметные связи, использовать дополнительную литературу, перефразировать, составлять понятийное дерево и др. [5].

Особое внимание следует уделить метакогнитивным способам деятельности, способствующим формированию общекультурных и профессиональных компетенций и обеспечивающим развитие навыков самоорганизации и самоконтроля образовательной деятельности. К ним относятся:

– планирование (составление плана, выстраивание логики содержания, постановка цели, реализация цели и т.д.);

– наблюдение (оценка достигнутого, ответы на вопросы для самоконтроля, применение теории на практике, составление тезисов по теме, обращение к другим научным источникам и т.п.);

– регуляция (самооценка, использование дополнительных ресурсов, волевая регуляция, определенная последовательность выполнения задания и др.) [5].

В рабочих программах учебных дисциплин часы, отведенные на самостоятельную работу студентов, составляют порядка 30 % от всех выделенных часов. Это еще раз подчеркивает важную роль СРС в высшей школе [6].

Поиск оптимального подхода к организации, планированию и стимулированию самостоятельной работы студентов является очень важной составляющей всего процесса обучения. Многие авторы посвятили этому вопросу свои работы [7–9]. Кроме того, контроль и учет самостоятельной работы студента приводит к успешному освоению таких фундаментальных и прикладных дисциплин, как «Химия», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Химические реакторы», «Химия нефти и газа». В соответствии с учебными планами и программами курсов упомянутых дисциплин самостоятельная работа находит свое отражение в графиках выполнения СРС и ее рейтинговой оценке. Содержание СРС и структура оценивания элементов этой работы представлены как в привычной форме (бумажный носитель), так и в электронной – «Электронные учебно-методические комплексы по дисциплинам» (ЭУМКД). Студенты с первых дней изучения курсов дисциплин знакомятся с объемом самостоятельной работы, которую им необходимо выполнить в течение семестра, и с тем, какие баллы они смогут получить за каждое задание.

Методическое обеспечение курсов «Химия», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Химические реакторы», «Химия нефти и газа» является очень важной составляющей успешного освоения этих дисциплин. Одних классических учебников, как источ-

ников информации, недостаточно, особенно при выполнении самостоятельной работы. В Волжском политехническом институте (филиале) ВолгГТУ на кафедре «Химия, технология и оборудование химических производств» работа по созданию и совершенствованию методического обеспечения дисциплин проводится постоянно, и ей уделяется большое внимание. Каждая из дисциплин обеспечена методическими указаниями по изучению курса, а также учебными пособиями в печатном или электронном виде [10; 11].

В настоящее время значительная роль отводится цифровизации образовательного процесса. По нашему мнению, такая модернизация образовательного процесса оказалась особенно эффективной при организации СРС. В Волжском политехническом институте на сайте размещены «Электронные учебно-методические комплексы по дисциплинам», которые доступны всем студентам вуза. В ЭУМКД по дисциплинам «Химия» (рис. 1), «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия» (рис. 2), «Физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Химические реакторы», «Химия нефти и газа» представлен весь материал, который необходим студенту для успешного освоения дисциплины. Наполнение комплексов по дисциплинам определяется преподавателем индивидуально, с учетом особенностей направления обучения. Одна и та же дисциплина входит в учебные планы различных направлений подготовки. Наполняемость страниц ЭУМКД учитывает не только разницу в количестве часов на изучение дисциплины, но и особенности будущей профессиональной деятельности. Задания для СРС по возможности профессионально ориентированы. Для каждого направления по одной и той же дисциплине создана своя страница ЭУМКД. Интерфейс страниц ЭУМКД представлен на рис. 1–3.

Наличие разнообразных видов учебно-методической литературы (конспект лекций, пособия, методические рекомендации, тематика практических занятий, примеры решения задач, тесты и др.) способствует развитию навыка поиска необходимых сведений у студента. Умение работать с большими массивами информации как никогда актуально в настоящее время.

В нашем вузе впервые ЭУМКД были введены примерно 10 лет назад, за это время мы накопили значительный положительный опыт работы в этой системе. Этот период позволил определиться с оптимальным содержанием ЭУМКД и разработать эффективные формы СРС.

Поскольку студенты имеют возможность удаленного доступа к сайту, то могут осуществлять подготовку во внеаудиторное время. Это важно для студентов и очной, и очно-заочной, но особенно заочной форм обучения. Многие студенты заочной формы обучения не всегда имеют доступ к традиционным источникам информации (библиотека) в силу особенности профессиональной деятельности. Для них наличие ЭУМКД значительно упрощает доступ к учебной информации и в целом процесс обучения. Также немаловажной является возможность обратной связи с преподавателем.

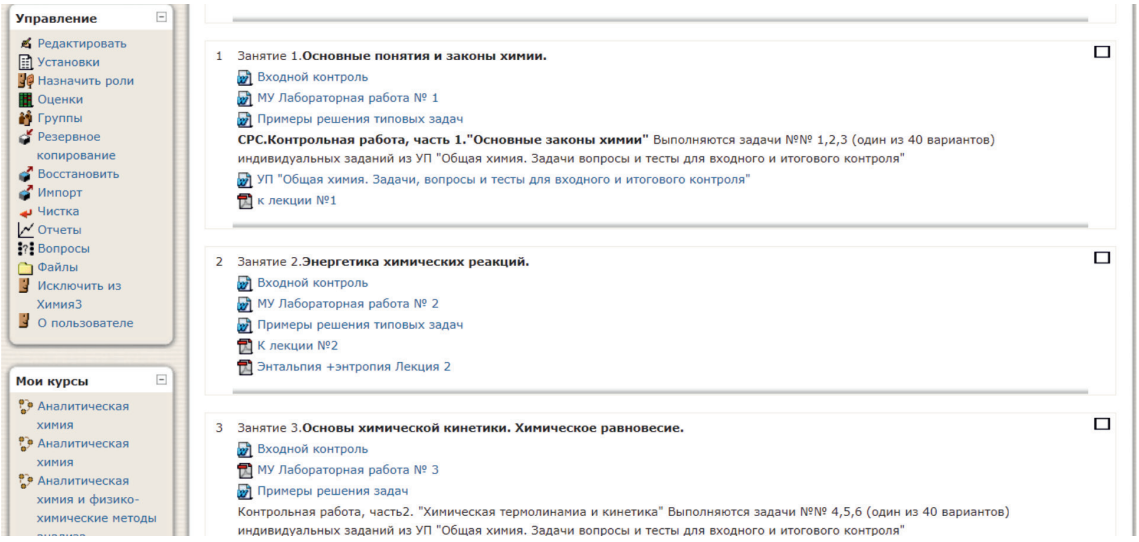


Рис. 1. Вид страницы ЭУМКД по химии для направления 18.03.01 «Химическая технология»

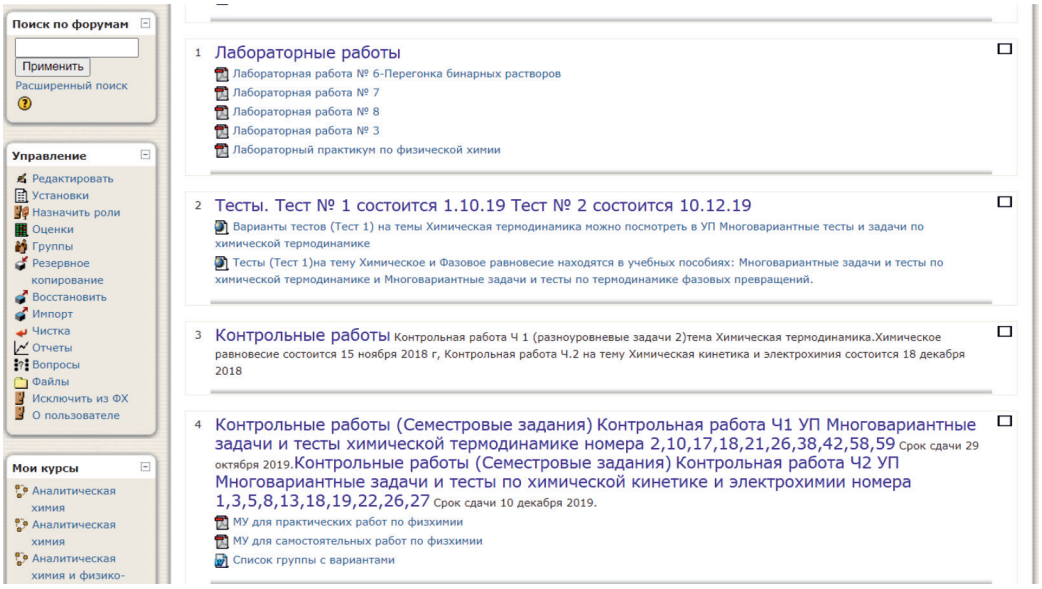
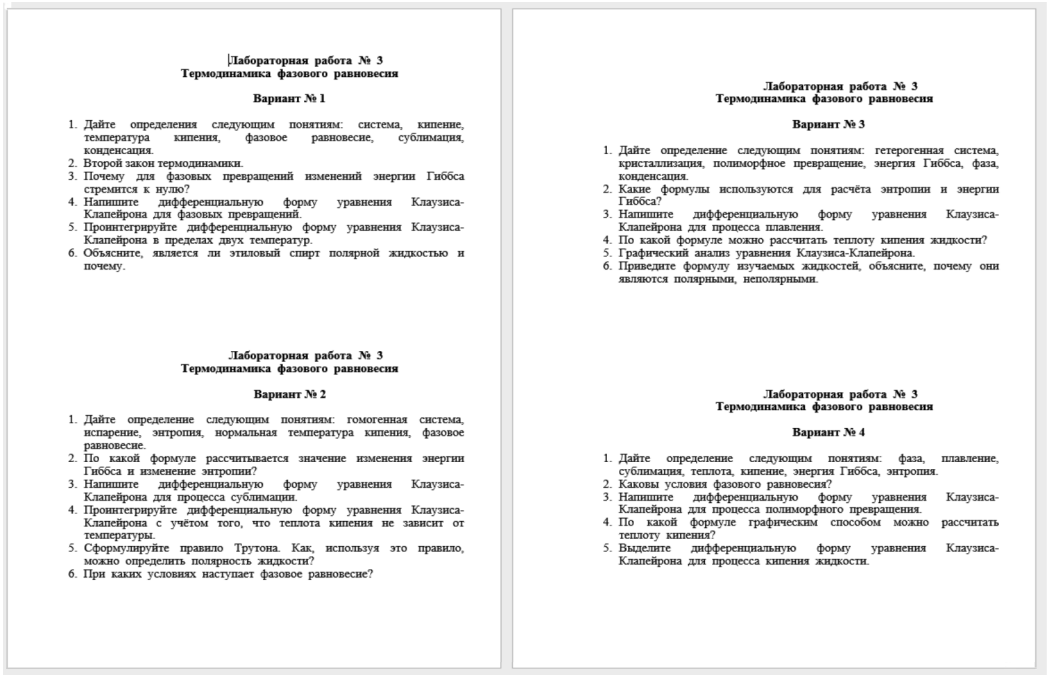


Рис. 2. Вид страницы ЭУМКД по физической химии, направление 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»



Лабораторная работа № 3
Термодинамика фазового равновесия

Вариант № 1

1. Дайте определения следующим понятиям: система, кипение, температура кипения, фазовое равновесие, сублимация, конденсация.
2. Второй закон термодинамики.
3. Почему для фазовых превращений изменений энергии Гиббса стремится к нулю?
4. Напишите дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона для фазовых превращений.
5. Проинтегрируйте дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона в пределах двух температур.
6. Объясните, является ли этиловый спирт полярной жидкостью и почему.

Лабораторная работа № 3
Термодинамика фазового равновесия

Вариант № 2

1. Дайте определение следующим понятиям: гомогенная система, испарение, энтропия, нормальная температура кипения, фазовое равновесие.
2. По какой формуле рассчитывается значение изменения энергии Гиббса и изменение энтропии?
3. Напишите дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона для процесса сублимации.
4. Проинтегрируйте дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона с учётом того, что теплота кипения не зависит от температуры.
5. Сформулируйте правило Трутона. Как, используя это правило, можно определить полярность жидкости?
6. При каких условиях наступает фазовое равновесие?

Лабораторная работа № 3
Термодинамика фазового равновесия

Вариант № 3

1. Дайте определение следующим понятиям: гетерогенная система, кристаллизация, полиморфное превращение, энергия Гиббса, фаза, конденсация.
2. Какие формулы используются для расчёта энтропии и энергии Гиббса?
3. Напишите дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона для процесса плавления.
4. По какой формуле можно рассчитать теплоту кипения жидкости?
5. Графический анализ уравнения Клаузиса-Клапейрона.
6. Приведите формулу изучаемых жидкостей, объясните, почему они являются полярными, неполярными.

Лабораторная работа № 3
Термодинамика фазового равновесия

Вариант № 4

1. Дайте определение следующим понятиям: фаза, плавление, сублимация, теплота, кипение, энергия Гиббса, энтропия.
2. Каковы условия фазового равновесия?
3. Напишите дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона для процесса полиморфного превращения.
4. По какой формуле графическим способом можно рассчитать теплоту кипения?
5. Выделите дифференциальную форму уравнения Клаузиса-Клапейрона для процесса кипения жидкости.

Рис. 3. Варианты заданий для отчета лабораторной работы по физической химии, направление 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

В текущих учебных планах, в отличие от предыдущих, не предусмотрены очные консультации для студентов заочной формы обучения. Поэтому ЭУМКД стали одним из основных средств взаимодействия со студентами. Все текущие объявления и изменения преподаватель размещает на странице соответствующей дисциплины.

Самостоятельная работа студента дает положительный результат, только если учет и контроль знаний проводится регулярно. С этой целью на протяжении всего семе-

стра во время практических занятий проводятся экспресс-опросы на знание формул, определений, терминов. После окончания изучения темы – устный опрос или тестирование. На каждом занятии, лабораторном или практическом, обязательно присутствует одна из форм контроля. Последовательность и системность, на наш взгляд, является обязательным условием освоения учебной дисциплины. Данный подход позволяет студенту лучше освоить материал, разобраться в принципах и алгоритмах решения заданий и расчета лабораторных работ.

Навык работы с материалами, размещенными в ЭУМКД, начиная с базовых дисциплин (химия, общая и неорганическая химия и др.), при переходе к профильным дисциплинам позволяет студентам более организованно и системно осуществлять СРС.

ЭУМКД регулярно обновляются и пополняются. В последнее время для текущей проверки знаний студентов по вышеперечисленным дисциплинам были добавлены тесты (рис. 4), которые студент выполняет удаленно. ЭУМКД позволяют разместить банк вопросов с ответами, при этом последовательность вопросов, на которые отвечают студенты, автоматически меняется, как и последовательность правильных ответов.

Каждый студент при тестировании вводит индивидуальный логин и пароль, который при проверке позволяет преподавателю идентифицировать его. Отвечать на вопросы теста можно в любой последовательности. У студента несколько попыток для того, чтобы улучшить свой результат.

Преподаватель имеет доступ ко всей статистике тестирования и может отслеживать, как занимается группа в течение семестра. Тестирование можно проводить и одновременно для всей группы, регламентируя время на выполнение заданий. Студенты заочной формы обучения тестируются в удобное для них время.

Заключение

Таким образом, выбранные нами оптимальные формы СРС способствуют формированию требуемых компетенций, умений и навыков, направленных на самостоятельное, творческое решение задач, возникающих в практической деятельности будущего специалиста.

В марте 2020 г. вузы перешли на дистанционную форму обучения (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 марта 2020 г. № 398). Согласно рекомендации Министерства науки и высшего образования, еще в марте крупнейшие вузы РФ начали принимать меры защиты студентов и преподавателей от коронавируса. Некоторые учебные заведения, например, ввели двухнедельный карантин в общежитиях, а затем инициировали переход на дистанционное обучение [12–14].

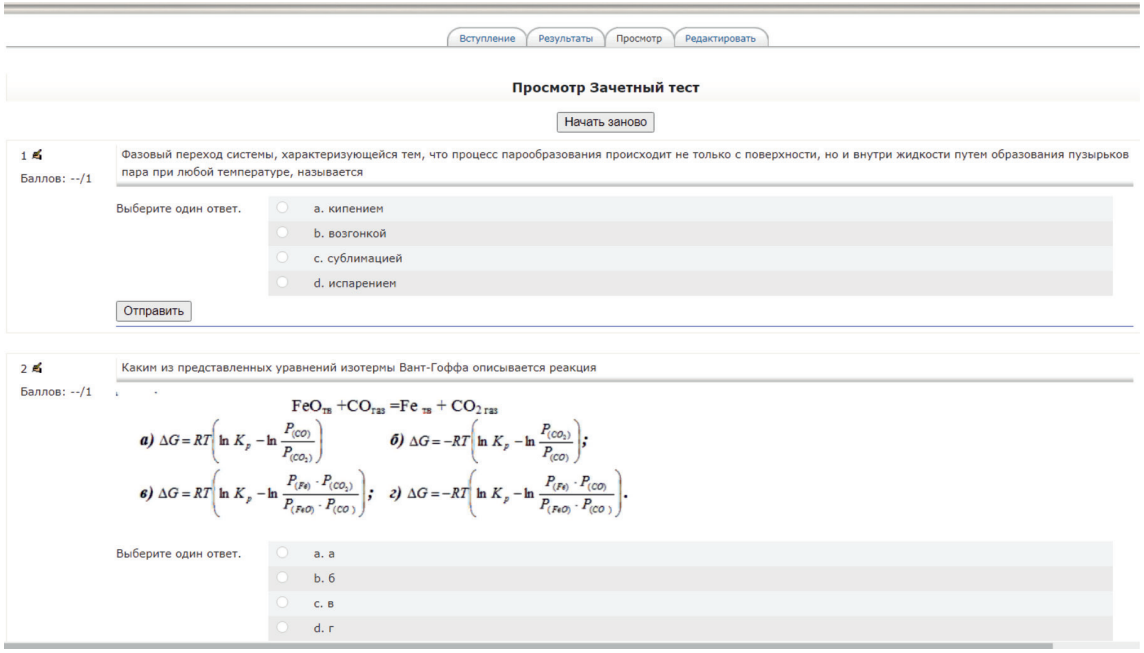


Рис. 4. Варианты теста по физической химии для направления 18.03.01 «Химическая технология»

Сформированный ранее подход к организации самостоятельной работы студентов по рассматриваемым дисциплинам позволил нам произвести смену формата обучения достаточно эффективно и безболезненно. Не только текущие занятия, но и экзаменационная сессия для всех форм обучения прошли успешно. Выбранные формы СРС хорошо себя зарекомендовали и будут использованы нами в дальнейшей работе.

Список литературы

1. Петрунева Р.М., Скорикова Е.П., Воронков Д.В., Васильева В.Д., Петрунева Ю.В. Особенности интернет поведения цифрового студенчества в учебно-профессиональной деятельности // Primo aspectu. 2019. № 2. С. 49.

2. Зорина Г.И., Курунина Г.М., Бутов Г.М. Организация самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физическая химия» // Современные наукоёмкие технологии. 2010. № 7. С. 15–19.

3. Иванкина О.М., Курунина Г.М., Перевалова Е.А. Междисциплинарный подход к формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций при изучении разделов «Химическая термодинамика» и «Химическая кинетика» // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=28024 (дата обращения: 14.08.2020).

4. Пидкасистый П.И., Пасекутов А.Е. Навыки самообразования – важнейшая цель обучения // Вестник высшей школы. 1987. № 4. С. 31–34.

5. Меренков А.В., Куньщиков С.В., Гречухиной Т.И., Усачева А.В., Вороткова И.Ю. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки: учеб.-метод. пособие / Под общ. ред. Т.И. Гречухиной, А.В. Меренкова. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 80 с.

6. Организация самостоятельной работы студентов в условиях университетского образования: учеб. пос. / Сост. В.С. Зайцев. Челябинск: Изд-во «Татьяна Лурье», 2010. 200 с.

7. Чукамбаева А.Т., Ушакова Д.С., Рахманкулова Г.А., Мустафина Д.А., Короткова Н.Н. Организация самостоятельной работы студентов по решению задач в техническом вузе для преодоления формализма знаний // Успехи современного естествознания. 2013. № 10. С. 149–150.

8. Ахметова Ю.А., Кузьмин С.Ю., Мустафина Д.А. Самостоятельность студентов как фактор успешности в будущей профессиональной деятельности // Успехи современного естествознания. 2011. № 8. С. 152–153.

9. Сидорова Е.Э. Психолого-педагогические аспекты самостоятельной работы студентов в вузе // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 9. С. 16–22.

10. Курунина Г.М., Зорина Г.И., Синьков А.В., Бутов – Волгоград Г.М. Многовариантные задачи и тесты по термодинамике фазовых превращений: учеб. пособ. (гриф). Доп. УМО вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ). 2015. 152 с.

11. Перевалова Е.А., Иванкина О.М. Курс лекций по химии (для заочной формы обучения): учеб. пособие. Волгоград, 2017. 82 с.

12. Ясина И. Дистанционное обучение во время карантина в вузах. [Электронный ресурс]. URL: https://blog.fenix.help/lajfxaki-dlya-zhizni-i-ucheby/distantsionnoye-obucheniye-vo-vremya-karantina-vuz (дата обращения: 14.08.2020).

13. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29830 (дата обращения: 25.08.2020).

14. Лутфуллаев Г.У., Лутфуллаев У.Л., Кобилова Ш.Ш., Неъматов У.С. Опыт дистанционного обучения в условиях пандемии COVID-19 // Проблемы педагогики. 2020. № 4 (49). С. 66–69.

УДК 378.1:37.013

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИИМЧИВОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА СРЕДСТВАМИ ТЬЮТОРСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ

[1]Лавриненко Т.Д., [2]Немцова М.В.

[1]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: lavritad26@gmail.com;

[2]АНПОО «Дальневосточный центр непрерывного образования», Владивосток, e-mail: nemtsova_mv@mail.ru

В связи с потребностью общества в специалистах с системным мышлением, навыками межотраслевой коммуникации, способных наращивать свой творческий потенциал и проявлять предприимчивость в различных сферах профессиональной деятельности, возникает необходимость модернизации существующих систем обучения в вузах с включением таких современных практик индивидуализации и антропопрактик, как тьюторское сопровождение студентов. Целью данной статьи является разработка и представление структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения на основе проведенного исследования. Основными методами исследования являются: анализ научно-методической литературы, метод контент-анализа, метод статистического анализа. Новизна представленного исследования заключается в обосновании эффективности структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения. Результатом проведенного исследования является доказательная база эффективности данной модели, включающая критерии и показатели развития предприимчивости студентов как их качественной профессиональной характеристики. Разработаны средства тьюторского сопровождения развития предприимчивости студентов, применяемые на каждом из этапов их сопровождения, представлена динамика показателей уровня развития предприимчивости студентов. Предложены методические рекомендации по применению средств тьюторского сопровождения как эффективного инструмента развития предприимчивости студентов вуза.

Ключевые слова: структурно-функциональная модель, предприимчивость, студенты, тьюторское сопровождение, средства тьюторского сопровождения

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF UNIVERSITY STUDENTS ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT BY MEANS OF TUTORING SUPPORT

[1]Lavrinenko T.D., [2]Nemtsova M.V.

[1]Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: lavritad26@gmail.com;

[2]Far-Eastern Center of Continuing Education, Vladivostok, e-mail: nemtsova_mv@mail.ru

Due to the need of society for specialists with system thinking, inter-industry communication skills, who are able to increase their creative potential and show entrepreneurship in various fields of professional activity, there is a need to modernize existing systems of education in higher education institutions with the inclusion of such modern individualization practices and anthropopractics as tutoring students. The purpose of this article is developing and presentation a structural and functional model for the of students by means of tutor supporting based on the research. The main research methods are the analysis of scientific and methodological literature, the method of content analysis, and the method of statistical analysis. The novelty of the presented research is to substantiate the effectiveness of the structural and functional model for the entrepreneurship development of students by means of tutor supporting. The result of the research is an evidence base for the effectiveness of this model, which includes criteria and indicators for the development of students entrepreneurship as their qualitative professional characteristics. The tools of tutor supporting for the development of students 'entrepreneurship, used at each stage of their support, are developed, and the indicators level dynamics of students' entrepreneurship development is presented. Methodological recommendations on the use of tutoring support tools as an effective tool for the entrepreneurship development of students are proposed.

Keywords: structural and functional model, entrepreneurship development, students, tutoring support tools

Современное постиндустриальное общество характеризуется открытостью информационного социума, в котором знания, компетентности и творческий потенциал человека становятся важнейшим фактором экономического роста государства. В связи с этим у работодателей возникает потребность в специалистах с системным мышлением, навыками профессиональной коммуникации, способными управлять проектами и процессами в условиях высокой степени неопределенности и быстрой смены условий решения производственных задач. В соответствии с этими требованиями основной задачей системы высшего образования становится создание условий для формирования и развития предприимчивости студентов, характеризующей предпринимательское качество специалиста нового формата, способного продуктивно и эффективно работать в будущем.

Таким образом, сегодня возникает потребность в обосновании механизмов и инструментов развития предприимчивости

студентов, гарантирующих новое качество образования. Такими механизмами является модернизация существующих систем обучения с учетом современных тенденций; внедрение актуальных курсов по развитию предприимчивости на основе принципа индивидуализации, обеспечивающего студенту возможность формирования и реализации индивидуальной образовательной программы; включение в процесс обучения таких современных антропопрактик, как тьюторское сопровождение студентов.

Целью данной статьи является разработка и представление структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения на основе проведенного исследования. Новизна представленного исследования заключается в обосновании эффективности структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения.

Объект исследования: процесс развития предприимчивости студентов вуза.

Предмет исследования: структурно-функциональная модель развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения.

Задачи исследования:

– провести анализ научных публикаций в области развития предприимчивости студентов вуза;

– выявить структурные компоненты модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения;

– разработать структурно-функциональную модель развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения и представить результаты ее эффективности в процессе апробации.

– предложить рекомендации для преподавателей вузов по использованию средств тьюторского сопровождения студентов в процессе развития предприимчивости.

Материалы и методы исследования

Основными методами исследования являются: анализ научно-методической литературы, метод контент-анализа, метод статистического анализа.

Теоретической базой исследования послужили научные публикации в области развития предприимчивости студентов вуза. В психолого-педагогических, социологических и экономических исследованиях Л.В. Абдалиной, Н.А. Коваль [1], Ю.В. Емельяненко [2], И.В. Игнатовой [3], А.В. Шеиной [4] и др. предприимчивость рассматривается как профессионально значимое качество человека, способного к креативности, гибкости в принятии решений, проявлению творческих инициатив и реализации их, способного к осуществлению предпринимательской деятельности. Контент-анализ научных публикаций по выявлению сущности феномена «предприимчивость» позволил рассматривать предприимчивость как профессиональную качественную характеристику специалиста, способного к целеполаганию и целедостижению, к рефлексии результатов деятельности; способного на основе приобретенных знаний и умений генерировать инновационные идеи, соответствующие социально-экономическим и культурнымвызовам времени ореализовывать их в профессиональной деятельности.

Анализ научных работ Е.С. Алексеевой [5], Т.А. Волошиной [6], О.А. Николаевской [7], Е.А. Терентьевой [8] и др. позволил выявить возросший интерес к проблеме обучения студентов предприимчивости в системе образования педагогических, технических, экономических вузов с применением различных обучающих технологий, исследуются модели формирования предпринимательских компетенций студентов вузов. В исследованиях С.Ю. Рогановой, Т.О. Подольской [9], Т.Б. Серебровской [10], Н.В. Ерофеевой [11] анализируется тьюторский подход в проектировании компетентностной модели специалиста-предпринимателя и опыт реализации тьюторского сопровождения образовательного процесса в вузах нашей страны. Вместе с тем недостаточно исследований по разработке моделей развития предприимчивости студентов вуза с включением средств тьюторского сопровождения.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью формирования целостного представления о развитии предприимчивости студентов была разработана структурно-функциональная модель, определяющая процесс и результат развития предприимчивости студента вуза средствами тьюторского сопровождения. В контексте данного исследования тьюторское сопровождение студентов можно рассматривать как последовательность этапов: мотивационно-диагностического, проектировочного, реализационного и результативно-аналитического. Специфика каждого этапа отражается как в содержании деятельности студента, так и в способах и средствах работы тьютора или преподавателя с тьюторской компетентностью. Результатом их взаимодействия является структурированная личностно-ре-

сурсная карта, применяемая на всех этапах сопровождения как основа для индивидуального проекта, индивидуальной образовательной программы.

Структурно-функциональная модель позволяет раскрыть структуру исследуемого явления, определить функции во взаимосвязи внутренних структурных составляющих с внешней средой. Данная модель представляет собой совокупность следующих компонентов:

– *теоретико-методологического, или концептуального* (цель, подходы, принципы, функции развития предприимчивости студентов);

– *содержательно-процессуального* (этапы тьюторского сопровождения развития предприимчивости студентов, критерии и уровни ее развития);

– *результативного* (образ предприимчивого студента).

В основу теоретико-методологического компонента модели положены научные подходы и соответствующие им методологические принципы: синергетический подход (принципы целостности объективного и субъективного, интегративности); личностно-деятельностный подход (принципы рефлексивности, интерактивности, самоактуализации); акмеологический подход (принцип перевода потенциального в актуальное, принцип оптимальности). В рамках проектируемой модели были выделены функции развития предприимчивости студента: проективно-прогностическая, мотивационная, образовательная, организующая, контролирующая. Обоснование концептуального компонента определяет содержание и способы тьюторского сопровождения, ориентирует на достижение определенного результата, связывает все компоненты структурно-функциональной модели. Таким образом, содержательно-процессуальный компонент предлагаемой модели определяет основные этапы и инструменты тьюторского сопровождения в процессе развития предприимчивости студента. Его содержательное наполнение определено особенностями развития предприимчивости студентов.

Содержательно-процессуальный компонент структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения

При описании этапов тьюторского сопровождения в процессе развития предприимчивости студентов авторы исследования исходили из представления об изменениях, которые должны произойти в структуре личностных качеств студента. К таким изменениям можно отнести самоактуализацию потребностей студентов в выборе собственных образовательных перспектив, исходя из образа будущего, способность к продуцированию идей и решений, проектирование собственной деятельности для их реализации, обоснование выбора стратегии поведения, рефлексию собственных достижений и сформированность новых норм поведения и деятельности предприимчивого специалиста.

Содержательно-процессуальный компонент структурно-функциональной модели развития предприимчивости студентов вуза средствами тьюторского сопровождения представлен на рисунке.

На основании анализа психолого-педагогической литературы по исследуемой проблеме и выявленных характеристик предприимчивости были выявлены критерии развития предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения и соответствующие им показатели, подобраны средства диагностики.

Критерии и показатели развития предприимчивости студентов отражены в табл. 1.

Экспериментальная работа по развитию предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения проводилась в три этапа с группой студентов третьего курса (32 человека), обучающихся по направлению «Управление персоналом» в Дальневосточном федеральном университете. На констатирующем этапе диагностировались особенности развития предприимчивости по определенным в модели показателям. На формирующем этапе исследования апробировалась структурно-функциональная модель развития предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения.

В процессе формирующего эксперимента были применены следующие средства тьюторского сопровождения предприимчивости студентов вуза: авторский тренинг «Личный образовательный тренд – ключ к предприимчивому будущему», технология «Образовательная картография», тьюториалы (индивидуальное и групповое консультирование по запросу студентов), рефлексивная сессия (в процессе сопровождения проектных студенческих команд), проективный дневник (табл. 2).

Таблица 1

Критерии и показатели развития предприимчивости студентов

Критерии	Показатели	Средства диагностики
– Мотивационно-ценностный: значимость ценностей предприимчивости для самосовершенствования и саморазвития личности	– Признание ценности предприимчивой продуктивной деятельности. – Потребность в достижении успехов. – Заинтересованность в саморазвитии, самообразовании	– Методика «Колесо ценностей». – Тест «Готовность к саморазвитию» (В. Павлов). – Методика диагностики мотивации достижения (А. Мехрабиан). – Опрос
– Личностно-рефлексивный: стремление к самостоятельной деятельности, целеполаганию; проявление рефлексивности, выработка собственных норм деятельности	– Стремление к самостоятельной, творческой продуктивной деятельности. – Способность к самостоятельному целеполаганию. – Навыки определения собственных затруднений, причины их возникновения и способы преодоления. – Проявление свободы выбора и ответственности. – Новые нормы деятельности. – Умение объективно оценить свой труд и труд другого	– Диагностика индивидуальной меры выраженности рефлексивности (А. Карпов). – Диагностика особенностей самоорганизации (А. Ишков). – Методика «Цель – Средство – Результат». – Наблюдение. – Рефлексивное эссе. – Картирование
– Креативно–деятельностный: креативная продуктивность, применение навыков организации самостоятельной, инициативной деятельности, нацеленной на результат	– Активное участие и генерирование идей в групповом и индивидуальном проектировании. – Стремление к получению конкретных результатов своей деятельности. – Навыки организации самостоятельной деятельности, выбор успешных стратегий поведения	– Методика анализа коммуникативных и организаторских способностей (В. Синявский, В. Федорошин). – Проективный дневник. – Наблюдение. – Опрос

Таблица 2

Средства тьюторского сопровождения развития предприимчивости студентов

Средства (инструментарий) тьюторского сопровождения	Формируемые компетенции	Прогнозируемый результат достижений студента
Авторский тренинг «Личный образовательный тренд – ключ к предприимчивому будущему»	– Развитие навыков самообразования, саморазвития, доведение до уровня «могу» – «умею» – «владею». – Навыки разработки индивидуального образовательного маршрута в профессиональной деятельности	Разработка индивидуального образовательного маршрута: мой путь к предприимчивому будущему
Технология «Образовательная картография»	– Формирование навыка картирования собственных образовательных инициатив и перспектив. – Формирование уверенности у студентов в достижении целей	Личностно-ресурсная карта собственных образовательных инициатив и перспектив студента
Тьюториалы (индивидуальное и групповое консультирование по запросу студентов)	– Освоение инструментов саморазвития и самообразования. – Построение и реализация программ саморазвития в профессиональной деятельности	Индивидуальная программа саморазвития студента в профессиональной деятельности
Рефлексивная сессия (в процессе сопровождения проектных студенческих команд)	– Выявление замысла проекта, его моделирование, конструирование. – Прорисовка сценариев каждого этапа реализации проекта. – Совершенствование проектировочных, коммуникативных и рефлексивных навыков (компетенций)	Владение проектировочными, коммуникативными, рефлексивными навыками. Осознание студентом ценности предприимчивости как личностной деятельностной характеристики
Проективный дневник	– Диагностика динамики развития предприимчивости студентов. – Самостоятельный поиск и отбор информации. – Фиксация трудностей и поиск выхода из затруднений	Карта самоактуализации студента в развитии и реализации личностных возможностей предприимчивости, максимальная реализации своего потенциала в процессе обучения

Таблица 3

Динамика показателей уровня развития предприимчивости студентов по результатам аналитико-обобщающего этапа эксперимента

Уровни предприимчивости	Результаты констатирующего эксперимента		Результаты формирующего эксперимента		Отклонение
	Кол-во студентов, чел.	%	Кол-во студентов, чел.	%	
Низкий	22	69	12	37,5	– 10 (– 31,5%)
Средний	6	19	12	37,5	+ 6 (+18,5%)
Высокий	4	12	8	25	+4 (+13%)
ИТОГО	32	100	32	100	–

На аналитико-обобщающем этапе осуществлялась повторная диагностика особенностей развития предприимчивости студентов по выделенным показателям. Достоверность результатов обеспечивалась репрезентативностью выборки, использованием валидных методов, адекватных цели и задачам исследования. Данный этап эксперимента показал, что развитие предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения способствовало уменьшению количества студентов с низким уровнем предприимчивости и увеличению количества студентов с высоким и средним уровнями (табл. 3).

Таким образом, результаты эксперимента позволили выявить следующие уровни развития предприимчивости студентов: высокий, средний, низкий.

Высокий уровень развития предприимчивости студента характеризуется готовностью к саморазвитию, самоорганизации, стремлением к творческой деятельности; проявлением способности к самостоятельной постановке целей, выбору оптимальных средств их достижения, выбору страте-

гии поведения; принятием нестандартных решений; обретением рефлексивных навыков, направленных на выявление собственных ресурсов и дефицитов, на объективное оценивание своих результатов и результатов других, выработку новых норм профессиональной деятельности, осознание ценности собственных достижений.

Средний уровень развития предприимчивости студента характеризуется недостаточной готовностью к саморазвитию и самоорганизации; частичной потребностью в личностно-профессиональном росте; недостаточным осознанием ценности предприимчивой, продуктивной деятельности; недостаточно развитыми рефлексивными навыками.

Низкий уровень развития предприимчивости студента характеризуется неготовностью к саморазвитию и самоорганизации; отсутствием осознания ценности предприимчивой продуктивной деятельности; отсутствием навыков постановки конструктивных целей и принятия решений; отсутствием рефлексивных навыков.

Таким образом, содержательное наполнение высокого уровня развития предприимчивости студента средствами тьюторского сопровождения явилось основой образа предприимчивого студента как результата апробации разработанной нами структурно-функциональной модели.

Универсальность предложенных средств тьюторского сопровождения, используемых для развития предприимчивости студентов, позволяет рекомендовать их преподавателям вузов в процессе изучения дисциплин психолого-педагогического, организационно-управленческого, инженерно-технического и других направлений для развития навыков, необходимых современным специалистам, поскольку предприимчивость как личностное образование способствует наиболее эффективной реализации человеком себя в практической деятельности. Разработанный критериальный аппарат рекомендуется использовать для объективных измерений уровней развития предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения.

Выводы

Таким образом, разработанная структурно-функциональная модель развития предприимчивости студентов средствами тьюторского сопровождения доказала свою эффективность. Результаты, полученные в процессе эксперимента, способствуют дальнейшему научному осмыслению поиска и разработки авторских педагогических средств (инструментов) тьюторского сопровождения развития предприимчивости студентов.

Список литературы

1. Абдалина Л.В., Коваль Н.А. Предприимчивость как условие развития профессионализма преподавателя вуза // Акмеология. 2018. № 4. С. 32–36.

2. Емельяненко Ю.В. Актуальные аспекты формирования предприимчивости у учащихся // Теория и методика профессионального образования. 2015. Т. 1. № 2–1. С. 126–133.

3. Игнатова И.В. Методологические основы формирования предпринимательской активности // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4 [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6856 (дата обращения: 16.10.2020).

4. Шеина А.В. Значение мотивации в развитии предпринимательских компетенций студентов технического вуза // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 10–2. С. 230–232.

5. Алексеева Е.С. Развитие предприимчивого мышления в среде студентов и старшеклассников // Almamater (Вестник высшей школы). 2013. № 8. С. 32–36.

6. Волошина Т.А. Особенности обучения предпринимательству студентов направления «Педагогическое образование» // Непрерывное образование: XXI век. 2018. № 3 (23). С. 1–12.

7. Николаевская О.А. Академическая предприимчивость с позиции компетентностного подхода // Управление инвестициями и инновациями. 2013. № 1. С. 20–25.

8. Терентьева Е.А. Разработка модели формирования предпринимательских компетенций студентов // Образование. Карьера. Общество. 2014. № 3 (42). С. 98–100.

9. Роганова С.Ю., Подольская Т.О. Тьюторский подход и компетентностная модель специалиста-предпринимателя // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 20. С. 2791–2795.

10. Серебровская Т.Б. Тьюторство в контексте модернизации высшей школы // Вестник ОГУ. 2011. № 5 (124). С. 13–18.

11. Ерофеева Н.Е., Мелекесов Г.А., Чикова И.В. Опыт реализации тьюторского сопровождения образовательного процесса в вузе // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 7 (182). С. 98–104.

УДК 378.147:37.026:37.086

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИИ «В» ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ, ОБОРУДОВАННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОДАЧИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Литвинов А.В., Князев К.С., Колобашкин А.В., Антонов М.Е., Сычев А.Л.
ФГКОУ ВО «Омская академия МВД России», Омск, e-mail: oma@mvd.ru

Статья посвящена актуальным проблемам подготовки водителей транспортных средств категории «В» для управления транспортными средствами, оборудованными устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов. В статье выявлены проблемные аспекты подготовки водителей транспортных средств категории «В», оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов на основании теоретического анализа Программы подготовки (повышения квалификации) и практического опыта реализации обучения по указанной Программе. С целью совершенствования системы подготовки водителей транспортных средств категории «В», оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, выдвинуты предложения по пересмотру количества часов, отведенных на изучение основных разделов Программы подготовки. Предлагается дополнить Программу подготовки водителей таким разделом, как проверка знаний Правил дорожного движения, что обусловлено значительными пробелами в указанном аспекте профессиональной подготовки. Пересмотр подходов по организации занятий с применением рулевых тренажеров и полигонов для отработки практических навыков управления транспортными средствами позволит в значительной степени повысить эффективность реализации Программы подготовки водителей. Обязательным элементом Программы подготовки должна стать этапность ее реализации с фиксацией показателей, полученных в результате обучения.

Ключевые слова: программа подготовки, водитель, транспортное средство, специальные световые сигналы, звуковые сигналы, проблемные аспекты, совершенствование

ACTUAL PROBLEMS OF TRAINING DRIVERS OF CATEGORY «B» VEHICLES FOR DRIVING VEHICLES EQUIPPED WITH DEVICES FOR GIVING SPECIAL LIGHT AND SOUND SIGNALS

Litvinov A.V., Knyazev K.S., Kolobashkin A.V., Antonov M.E., Sychev A.L.
Omsk Academy of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, Omsk, e-mail: oma@mvd.ru

The article is devoted to actual problems of training drivers of vehicles of category «B» for driving vehicles equipped with devices for giving special light and sound signals. The article reveals problematic aspects of training drivers of category «B» vehicles equipped with devices for sending special light and sound signals based on the theoretical analysis of the training program (advanced training) and practical experience in implementing training under this Program. In order to improve the system of training drivers of category «B» vehicles equipped with devices for sending special light and sound signals, proposals have been put forward to change the number of hours allocated for studying the main sections of the training program. It is proposed to Supplement the driver training Program with such a section as checking drivers knowledge of traffic rules, which is due to significant gaps in this aspect of professional training. The revision of approaches to the organization of classes with the use of steering simulators and training grounds for practicing practical skills in driving vehicles will significantly improve the effectiveness of the driver training program. A mandatory element of the training program should be the stages of its implementation with the recording of indicators obtained as a result of training.

Keywords: training program, driver, vehicle, special light signals, sound signals, problem aspects, improvement

Подготовка водителей транспортных средств категории «В» для управления транспортными средствами, оборудованными устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, осуществляется на основании утвержденной в образовательной организации Программы профессионального обучения (повышения квалификации) (далее – Программа), которая, в свою очередь, разрабатывается на основе примерной программы повышения квалификации водителей транспортных средств категории «В» для управления транспортными средствами, оборудованными устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, утверждённой приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 марта 2018 г. № 161 [1].

Программа предназначена для лиц, имеющих право на управление транспортным средством категории «В», в целях последовательного совершенствования указанными лицами профессиональных знаний, умений и навыков, необходимых для управления транспортным средством категории «В», оборудованным устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов.

Методические приемы, технические и дидактические средства обучения, используемые при реализации Программы

Методические приемы	Технические средства обучения	Дидактические средства
1	2	3
Метод опроса – в форме построения диалога между преподавателем и обучающимися	*Видеоролики с ДТП и аварийными ситуациями*, демонстрирующие последствия некорректных управляющих действий водителей	*Наглядные плакаты* с типичными ситуациями, возникающими в процессе дорожного движения
Методы проблемного обучения – стимулирование обучающихся к изучению поставленных в рамках занятий проблем в области безопасности дорожного движения	*Рулевые автотренажеры,* позволяющие выявить ошибки в технике управления рулевым колесом и сформировать скоростные качества у обучающегося	Методика обучения технике управления рулевым колесом
Групповой метод – оценка действий выполняющего упражнение обучающегося со стороны остальных слушателей	Рулевые автотренажеры, автотренажеры, автомобиль, полигон	Методика обучения технике управления рулевым колесом, техника контраварийного вождения
Ситуационные и междисциплинарные методы – формирование знаний на основе совокупности экспертных и инструментальных методов получения информации о последовательности действий водителя при воздействии на органы управления автомобиля	*Видеоролики с ДТП и аварийными ситуациями*, тестирование на компьютерах, автомобиль, полигон	Нормативные правовые акты в области безопасности дорожного движения, методика обучения технике управления рулевым колесом, техника контраварийного вождения

Профессиональное обучение (повышение квалификации) водителей, управляющих транспортными средствами категории «В», оборудованными устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, направлено на совершенствование и актуализацию необходимых в их деятельности компетенций:

– общепрофессиональных компетенций, формирование которых реализуется путем изучения психологических особенностей водителя и этических основ безопасного управления транспортным средством категории «В». Отведенное время для освоения указанных компетенций – два часа теоретических занятий.

– профессиональных компетенций, формирование которых реализуется в результате получения знаний, умений и навыков по следующим разделам Программы: нормативные правовые акты в области обеспечения безопасности дорожного движения; технические характеристики и конструктивные особенности транспортных средств категории «В», оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов; использование средств радиосвязи и устройств для подачи специальных световых и звуковых сигналов на транспортном средстве категории «В»; теоретические основы и практические навыки безопасного управления транспортным средством категории «В» в различных условиях; первая помощь при дорожно-транспортном происшествии. Установленное время для освоения указанных компетенций – 8 ч теоретических занятий, 23 ч практических занятий.

Цель исследования: выявление проблемных аспектов подготовки водителей транспортных средств категории «В», оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов на основании теоретического анализа Программы подготовки (повышения квалификации) и практического опыта реализации обучения по указанной Программе, с целью совершенствования системы подготовки водителей.

Материалы и методы исследования

При изучении основных разделов Программы используются следующие методические приемы, технические и дидактические средства обучения, представленные в таблице.

Подводя итог обзору используемых методов и средств обучения, реализуемых при изучении Программы, преподавательский состав использует положения теории деятельностного подхода, при котором объем полученной теоретической информации проверяется в рамках наблюдения, моделирования и анализа практических ситуаций, связанных с безопасностью дорожного движения, с помощью используемых дидакти-

ческих средств. В то же время обязательным элементом в ходе реализации Программы является использование компетентностного подхода на основе приобретения междисциплинарных знаний, представления образовательного процесса в виде интегративной целостности [2, 3]. Междисциплинарность методов проявляется в использовании в обучении юридических, технических, медицинских и психологических знаний [4, 5].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования выявлен ряд проблемных аспектов, влияющих на качество подготовки водителей транспортных средств категории «В», оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, изложение которых выполним на основании опыта реализации основных разделов Программы (за исключением раздела «Первая помощь при дорожно-транспортном происшествии»).

Нормативные правовые акты в области обеспечения безопасности дорожного движения. На изучение указанного раздела отводится два часа теоретических занятий. При этом отмечается, что усвоение порядка использования специальных световых и звуковых сигналов и правовых актов, регламентирующих технические особенности устройств для подачи специальных световых и звуковых сигналов, не вызывает особых затруднений. Однако в ходе применения метода опроса, а также проведения экспресс-тестирования с помощью программного продукта «Нева-2016» обнаруживаются значительные пробелы в знании основных положений Правил дорожного движения [6]. Выявленные в ходе исследования методами опроса и тестирования недостатки в теоретической подготовке водителей показывают, что наиболее проблемными темами для обучающихся являются: очередность проезда перекрестков, проезд пешеходных переходов, правила расположения транспортных средств на проезжей части и маневрирование, выбор скоростного режима. Стоит отметить, что статистика дорожно-транспортных происшествий за последние три года свидетельствует о том, что именно несоблюдение правил дорожного движения по указанным выше темам стало основной причиной дорожно-транспортных происшествий на территории Российской Федерации [7–9]. Учитывая вышесказанное, проблемой является отсутствие необходимого объема учебного времени на изучение или повторение Правил дорожного движения.

Психологические особенности водителя при управлении транспортным средством категории «В». На изучение указанного раздела отводится два часа теоретических занятий. Аналогично вышесказанному стоит отметить, что данному разделу отведено ничтожно малое количество учебных часов, поскольку проблема взаимодействия участников дорожного движения остается достаточно существенной и является причиной большого количества дорожно-транспортных происшествий.

Использование средств радиосвязи и устройств для подачи специальных световых и звуковых сигналов на транспортном средстве категории «В». На изучение указанного раздела отводится один час теоретического занятия и один час практического занятия. На наш взгляд, в качестве проблемного аспекта при изучении данного раздела, как и вышеуказанных, выступает фактор времени. На сегодняшний день нередки случаи дорожно-транспортных происшествий, причинами которых являются некорректное или неправомерное использование устройств для подачи специальных световых и звуковых сигналов. В связи с этим обзор судебной практики по указанной теме при наличии достаточного объема учебного времени существенно повысил бы усвоение материала.

Теоретические основы безопасного управления транспортным средством категории «В» в различных условиях. На изучение указанного раздела отводится три часа теоретических занятий, два часа из которых посвящены изучению таких тем, как силы, действующие на транспортное средство в различных условиях, устойчивость и управляемость, задней оси, снос передней оси автомобиля, причины их возникновения и способы устранения и т.д. В оставшееся время в объеме одного часа проводится разбор особенностей взаимодействия с другими участниками дорожного движения, типичных дорожно-транспортных происшествий при движении с включенными специальными световыми и звуковыми сигналами. Опыт реализации программы показывает, что отведенных двух часов теоретических занятий на изучение основ движения транспортных средств достаточно, особенно принимая во внимание тот факт, что часть водителей имеет представление о физике происхождения таких явлений, как занос задней оси и снос передней оси, различие в поведении автомобиля в зависимости от типа привода и т.д. Что касается учебного времени на изучение тактики безопасного управления автомобилем, в особенности при

акцентировании внимания на особенности взаимодействия с другими участниками дорожного движения и разбор типичных дорожно-транспортных происшествий, то возникающие вопросы и споры, на разрешение которых требуется определенное время, вызывают острую необходимость в увеличении количества учебных часов.

Практические навыки безопасного управления транспортным средством категории «В» в различных условиях. На изучение указанного раздела отводится 14 часов практических занятий, из которых 12 часов посвящены отработке практических навыков управления рулевым колесом, маневрирования, торможения, габаритной подготовки. Остальные два часа учебного времени – контраварийная подготовка. Отработка практических навыков управления рулевым колесом с применением рулевых тренажеров требует от обучающихся по окончании изучения раздела получения необходимой техники и скоростных качеств при возникновении критических ситуаций. При пропорциональном распределении времени на отработку практических навыков управления рулевым колесом на рулевых тренажерах отводится четыре учебных часа, тогда как в центрах повышения водительского мастерства на изучение аналогичных упражнений выделено 15 часов. Маневрирование и особенности управления транспортным средством должно производиться в различных условиях: грунтовые дороги, движение по песку, глине, щебню, преодоление препятствий и т.д. Даже несколько перечисленных условий, возникающих при управлении транспортным средством, требуют достаточно серьезного подхода для формирования полигонов для отработки практических навыков управления транспортным средством. Говоря об отведенном времени на отработку практических навыков в рамках контраварийной подготовки, также следует сослаться на опыт реализации такой подготовки в центрах повышения водительского мастерства: два часа учебного времени против пятнадцати часов, отведенных в указанных учебных центрах. Ко всему прочему реализация таких упражнений, как торможение – занос – выравнивание, стабилизация автомобиля при заносе задней оси, стабилизация автомобиля при сносе передней оси, стабилизация автомобиля при ритмичном заносе, лучше всего подходит для зимнего периода.

Заключение

В результате проведенного исследования выявлены проблемные аспекты подготовки водителей транспортных средств категории «В», оборудованными устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов на основании теоретического анализа Программы подготовки (повышения квалификации) и практического опыта реализации обучения по указанной Программе. С целью совершенствования системы подготовки водителей по указанной Программе авторами выработаны следующие предложения:

1. Внесение в Программу подготовки занятий по проверке знаний правил дорожного движения в форме входного и выходного тестирования. А также увеличение количества часов, отведенных на изучение наиболее типичных дорожно-транспортных происшествий, причиной которых стало несоблюдение указанных правил.

2. Обеспечение разграничения процесса обучения на теоретическую подготовку, тренажерную подготовку и практическую подготовку на полигоне. Теоретическая подготовка должна быть увеличена не менее чем на шесть учебных часов. Тренажерная подготовка должна обеспечивать необходимую технику и скорость управления рулевым колесом при различных хватах, по завершении такой подготовки должны фиксироваться результаты сдачи нормативов по скорости выполнения упражнений. Рекомендуется проведение практической подготовки на полигоне со слушателями в количестве не более 5–7 чел. в зависимости от размеров полигона и количества инструкторов.

3. Обеспечение работодателем прохождения обучения слушателем на закрепленном за ним служебном автомобиле. В случае смены закрепленного автомобиля – обеспечение повторного прохождение обучения, не дожидаясь сроков окончания свидетельства.

4. Внесение в практическую квалификационную работу двух этапов проверки полученных практических навыков управления транспортным средством в различных условиях: первый этап – одно из упражнений по отработке практических навыков управления рулевым колесом, маневрирования, торможения, габаритной подготовки; второй этап – упражнение из раздела контраварийной подготовки.

5. Разработка полигонов для отработки практических навыков управления транспортными средствами в различных условиях: асфальтированная дорога, полоса препятствий с неровностями, движение по песку, щебню, мокрому асфальту, глине и т.д.

6. Внедрение сезонного прохождения подготовки водителей: летней и зимней. При этом объем часов теоретической и тре-

нажерной подготовки достаточно провести в летний или зимний периоды, отработка практических навыков управления транспортным средством на полигоне должна проводиться в летний и зимний периоды.

Список литературы

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 марта 2018 г. № 161 «Об утверждении примерных программ повышения квалификации водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий». Зарегистрировано в Минюсте РФ 10 мая 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: http://ivo.garant.ru/#/document/71942062/paragraph/1:0 (дата обращения: 23.09.2020).

2. Чибаков А.С. Формирование понятийных и образных представлений при изучении основ законодательства в сфере дорожного движения // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4–1. С. 191–195.

3. Яшина Л.И. Внедрение инноваций как способ обеспечения качества образования студентов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4–1. С. 202–206.

4. Брутян В.А. Профессионально-педагогическая компетентность преподавателя юридических специальностей вузов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4–2. С. 314–318.

5. Ахмедьянова Г.Ф. Инвариантность качеств выпускника в процессе его профессионального становления // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 4. С. 65–69.

6. Постановление Правительства РФ от 23 октября 1993 г. № 1090 (ред. от 26 марта 2020 г.) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения») (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709 (дата обращения: 23.09.2020).

7. Князев А.С., Линник Т.М., Бурмистров А.О. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2017 года. Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2017. 18 с.

8. Линник Т.М., Боронина В.С., Галаева О.В. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2018 года // Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2018. 18 с.

9. Боронина В.С., Линник Т.М., Наумов С.Б., Шестериков Н.А. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2019 года // Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2020. 21 с.

УДК 378.1

РЕШЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ВУЗАХ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО МОДУЛЯ «СУДЕБНАЯ АВТОРОВЕДЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

Макович Г.В.

ФГБОУ ВО «Уральский юридический институт МВД России», Екатеринбург, e-mail: galinavlad@yandex.ru

В статье рассматриваются возможности использования в учебном процессе вузов МВД России научных разработок профессионально значимой технологии авторoведческой экспертизы, показаны возможности ее апробации, алгоритмизации процедуры анализа текстов со спорным авторством. В результате этих действий в образовательном пространстве вуза могут быть созданы, с одной стороны, продукт, пригодный к использованию в практической деятельности органов внутренних дел, с другой – пространство для проведения дополнительных научных исследований, связанных с объектом внедрения. Цель статьи – разработать алгоритм внедрения в учебный процесс в вузах МВД России инноваций на примере междисциплинарного модуля «Судебная авторoведческая экспертиза». В проведенном исследовании устанавливается, какой объем теоретических знаний необходимо включить в инновационно ориентированный образовательный межпредметный модуль, какие инструменты формирования компетенции «получение юридически значимой информации с целью использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений» применять, какими должны быть параметры оценивания данной компетенции. Описан алгоритм формирования у обучающихся ключевого в процедуре авторoведческой экспертизы умения составлять перечни идентификационных признаков текстов для сравнения с целью верификации автора текста. Выделены уровни сформированности профессиональной компетенции средствами модуля «Судебная авторoведческая экспертиза»: минимальный, предпороговый, пороговый, продвинутый, профессионального владения.

Ключевые слова: инновационность образовательной среды, авторoведческая экспертиза, верификация авторства, лингвоперсонологические методы, стилеметрические методы, идентификационные признаки текста, диагностика профессиональных компетенций

THE SOLUTION OF INNOVATIVE TASKS IN UNIVERSITIES OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA BY INTRODUCING THE INTERDISCIPLINARY MODULE «AVTOZAVODSKAYA JUDICIAL EXAMINATION»

Makovich G.V.

Ural law Institute of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, Yekaterinburg, e-mail: galinavlad@yandex.ru

The article discusses the possibility of using in educational process of educational institutions of the MIA of Russia of scientific research of professionally significant technology avtozavodskoi examination, the possibilities of its testing algorithmic procedure of the analysis of texts with questionable authorship. As a result of these actions, on the one hand, a product suitable for use in the practical activities of internal Affairs bodies can be created in the educational space of the University, on the other hand, a space for conducting additional scientific research related to the object of implementation. The purpose of the article is to develop an algorithm for introducing innovations into the educational process in higher education institutions of the Ministry of internal Affairs of Russia on the example of the interdisciplinary module «forensic autorological expertise». The study determines how much theoretical knowledge should be included in an innovation-oriented inter-subject educational module, what tools should be used to form the competence «obtaining legally significant information in order to use it in the interests of preventing, suppressing, and solving crimes», and what parameters should be used to assess this competence. The article describes an algorithm for developing students ' ability to make lists of identification features of texts for comparison in order to verify the author of the text, which is key in the procedure of author's expertise. The levels of formation of professional competence by means of the module «forensic autorological expertise» are highlighted: minimum, pre-threshold, threshold, advanced, and professional proficiency.

Keywords: innovation of the educational environment, author's expertise, verification of authorship, linguo-personal methods, stylometric methods, identification features of the text, diagnostics of professional competencies

Центрами реализации инновационных задач в органах внутренних дел являются вузы системы МВД. Инновационная деятельность вузов способствует эффективной подготовке конкурентоспособных специалистов, способных использовать новые технологии, продукты научных разработок в профессиональной правоохранительной деятельности. Показателем результативности научной деятельности вузов МВД является внедрение результатов научной деятельности в практику органов внутренних дел и учебный и воспитательный процесс, инструментом измерения чего являются акты приемки и внедрения.

Модели реализации инновационных задач в вузе могут быть различны, включая модели полного инновационного цикла, в рамках которых новое высокотехнологичное знание генерируется, аккумулируется, транслируется, апробируется, принимает вид готового коммерческого продукта, удовлетворяющего потребности заказчика. Модель полного инновационного цикла включает обучение практическому применению разработанного наукоемкого продукта, формирование спроса на новшество. Вузы, реализующие модели полного инновационного цикла, могут быть отнесены к инновационным вузам.

В работах А.С. Бовкун, С.В. Губарькова, О.А. Латуха предложены модели ведения инновационной деятельности в вузах [1–3]. Возможно применение предложенных моделей инновационного цикла, когда упор делается на отдельные элементы инновационного цикла, например не на генерирование высокотехнологичного знания, а на апробацию и доведение до стадии полезного продукта или на формирование спроса на новый продукт.

Единство учебного, учебно-воспитательного, научного и инновационного процессов обеспечивается в том числе и за счет аккумуляции и апробации научных разработок, произведенных сторонними научными организациями. В результате этих процессов формируется компетенция применять методы проведения прикладных научных исследований, которая задается к исполнению требованиями федеральных государственных стандартов по специальности 40.05.01 «Правовое обеспечение национальной безопасности» (уровень специалитета) (утвержден Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 декабря 2016 г. N 1614) и по специальности 40.05.02 «Правоохранительная деятельность» (уровень специалитета) (утвержден Приказом Минобрнауки России от 16.11.2016 N 1424; ред. от 13.07.2017).

Внедрение инновационных процессов в вузы направлено на развитие личностного потенциала кадров, ориентированных на успешное применение своих возможностей для выполнения задач в сфере правоохранительной деятельности, что в свою очередь является способом обеспечения модернизации всей системы МВД России.

Цель работы – на примере междисциплинарного модуля «Судебная автороведческая экспертиза» разработать алгоритм внедрения инноваций в учебный процесс вузов МВД России. Задачи работы – определить, какой объем теоретических знаний необходимо включить в инновационно ориентированный модуль, какие инструменты формирования компетенции «получение юридически значимой информации с целью использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений» применять, какими должны быть параметры, способы, инструменты оценивания данной компетенции. В формировании профессиональных компетенций наилучшим образом зарекомендовали себя технологии модульного обучения, которые основаны на межпредметном взаимодействии и нацелены на формирование у обучающихся способностей применять полученные знания, умения, навыки для решения конкретных профессиональных задач, организовывать и планировать профессиональную деятельность, в том числе в нестандартной ситуации.

Материалы и методы исследования

В работе применяются общетеоретический метод исследования, метод лингвистического экспертного анализа и метод включенного наблюдения. Результаты исследования могут быть использованы в решении задачи повышения инновационности в вузах МВД России.

В расследовании преступлений важную роль играет автороведческая экспертиза, задачей которой является верификация авторства текстов, определение принадлежности нескольких текстов одному лицу или разным лицам. Необходимость определения признаков авторства существует как в ходе судебного процесса, так и за его пределами.

Методики автороведческой экспертизы разработаны в пространстве междисциплинарных исследований, прежде всего криминалистических, лингвистических. Базовыми методами автороведческой экспертизы выступают лингвоперсонологические методы, связанные с установлением типа языковой личности, диагностикой авторского языкового стиля, языковой компетенции автора. Объект автороведческой экспертизы – письменный текст. Он может быть написан в свободной форме или составлен по шаблону, модели, принятой для той или иной жанровой разновидности в рамках официально-делового стиля речи. Предметом автороведческой экспертизы является выявление речемыслительных признаков автора текста, в числе которых отбор автором лексических и синтаксических средств для отражения своей картины мира, структурные особенности текста, связанные с типом логического мышления, моделями аргументации, способы оценки, соотношение в тексте рациональных и эмоциональных оценок.

Одна из концепций анализа речемыслительного навыка автора текста представлена специалистами Экспертно-криминалистического центра МВД России И.И. Рубцовой, Е.И. Ермоловой, А.И. Безруковой, И.В. Огорелковым. Рекомендуется фиксировать уровень сформированности у автора речемыслительного навыка и устойчивые отклонения от норм речи, языка, мышления, сравнивая при этом верифицируемый текст и текст с установленным авторством, который в рамках предлагаемой методики называется «текст-образец». Также предлагается учитывать идиостиль автора, избирательное использование компонентов нормы, языковые и речевые предпочтения по отношению к конкретным лексическим, синтаксическим средствам. Разработчики рекомендуют вести анализ, учитывая 200 качественных признаков навыков письменной речи автора [4]. Е.Е. Абрамкина в качестве признаков языковой личности, релевантных для установления авторства текста, называет грамотность речи автора, владение правилами фонетики, орфографии и пунктуации, морфологии и словообразования, лексики и синтаксиса, владение тем или иным функциональным стилем, особенности употребления стилей в разных коммуникативных ситуациях. «Показательными с точки зрения информации об авторе могут быть как соблюдение тех или иных норм, так и устойчивые отклонения от них – индивидуальным является навык владения перечисленными нормами [5, с. 102]. К примеру, значимыми признаками текста, проявляющими признаки языковой личности, являются порядок слов в предложении – преимущественно прямой или обратный, преобладание простых или сложных предложений того или иного типа, характер синтаксических осложнений в предложениях, степень распространенности предложений, употребление производных предлогов, составных союзов.

Среди лингвистических методов установления авторства ключевыми являются стилеметрические, подробно описанные в работах А.Н. Баранова [6], Г.Я. Мартыненко [7], Э.У. Бабаевой [8], Т.В. Батура [9]. Так, Э.У. Бабаева предлагает составлять частотные словари текста, авторство которого устанавливается, и других текстов, принадлежащих предполагаемому автору. Особое значение в авторoведческой экспертизе, по ее мнению, может иметь длина слов текста. А.Н. Баранов предлагает проводить лингвостатистический анализ неполнозначной лексики и служебных частей речи, поскольку частота их использования, в отличие от употребления полнозначных слов и знаменательных частей речи, не контролируется автором сознательно.

В практике российского авторoведения распространены как автоматизированные, так и не автоматизированные методы анализа. Тексты большого объема (более 15 тысяч словоформ) целесообразно анализировать с применением прикладного программного обеспечения. В Институте криминалистики ФСБ России для анализа текстов на русском языке, в том числе с целью установления авторства текста, применяют систему Lingster 3.0. Специалисты в сфере компьютерной лингвистики для анализа текстов при решении самых различных задач широко используют программу построения частотного словаря для заданного текста FRQDictW, а также утилиту подсчета частоты встречаемости различных слов в текстовых файлах WordStar. Применение автоматизированных программ в обучении значительно повышает инновационность образовательной среды и определяет высокую точность выполнения профессионально значимой задачи, а потому и сформированность компетенции «получение юридически значимой информации с целью использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений». Вместе с тем внедрение в учебный процесс научных технологий авторoведческой экспертизы текстов небольшого объема, до 15 тысяч словоформ, возможно и без использования программных средств. Оценочные количественные шкалы в этом случае будут выстраиваться следующим образом: 1) наличие или отсутствие признака, 2) частота проявления признака, под которой следует понимать количество единиц, проявляющих замеряемый признак, по отношению к общему количеству однородных явлений; шкала имеет вид «однократно» – «редко» – «часто»; 3) регулярность проявления признака, под которой понимается равномерность употребления единиц с оцениваемым признаком в пространстве анализируемого текста; шкала имеет вид «регулярно» – «нерегулярно». Характеризуя параметры шкалы «регулярность», Е.Е. Абрамкина предлагает оценку «нерегулярно» ставить, если исследуемый признак проявляется в одном-двух независимых отрезках текста, а оценку «регулярно» в ситуации, когда признак обнаружен в трех и более независимых отрезках текста [5, с. 123].

Результаты исследования и их обсуждение

Знаниевой основой в обучении производству авторoведческой экспертизы является понятие идентификационного признака,

под которым в криминалистике понимают черту, характеризующую речь автора текста на том или ином уровне. А.А. Эксархопуло в качестве параметров идентификационного признака называет оригинальность признака, многократность воспроизведения, устойчивость, частотность, независимость от изменений контекста [10, с. 29–32].

В основе умения действовать лежит формирование пакета текстов к анализу, куда входит верифицируемый текст и текст-образец, принадлежащий лицу, авторство которого устанавливается для верифицируемого текста. Объем текста-образца должен превышать объем спорного текста в 10–15 раз и более [4]. Ключевым умением в процедуре автороведческой экспертизы является составление перечня идентификационных признаков анализируемых текстов. Согласно методике Экспертно-криминалистического центра МВД России, идентификационных признаков при исследовании текстов должно быть не менее 20. По этим признакам спорный текст и текст-образец сравниваются и оцениваются. Выделяются признаки совпадающие и различающиеся. Особым умением является составление экспертного заключения.

Важнейшей составляющей компетенции «на основе метода автороведческой экспертизы получать юридически значимую информацию для использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений» является готовность личности действовать объективно и беспристрастно, сознавая общественную и профессиональную значимость экспертного заключения.

Большое значение для внедрения инновационных процессов имеют инструментарии оценки формируемых компетенций, поскольку они проявляют и эффективность действия всей инновационной системы вуза. Высокий уровень сформированности компетенции – это результат деятельности инновационной образовательной системы.

Поскольку компетенция – совокупность личностно-профессиональных качеств обучающегося, то при моделировании системы диагностики компетенции надо предусмотреть критерии для оценивания как производимых операций, так и поведения. Операции производны от знаний и умений, поведение определяется мотивами, ценностями личности, его опытом.

Методы диагностики уровня сформированности компетенций на сегодняшний день находятся на стадии разработки, при этом предлагаемые варианты решения проблемы многочисленны и разнообразны.

Наиболее часто для оценки компетенций избираются пятибалльные шкалы, которые получают самые различные обозначения. К примеру, можно оценивать уровень сформированности компетенции в терминах «минимальный», «предпороговый», «пороговый», «продвинутый», «профессионального владения». Параметры минимального уровня сформированности компетенции «получать юридически значимую информацию из процедуры автороведческой экспертизы для использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений» таковы: использует в деятельности минимальный объем знаний и умений, способен решать несложные задачи с использованием помощи при их решении; имеет низкую мотивацию к выполнению деятельности, не осознает ее социальной значимости и своей ответственности. Параметры предпорогового уровня следующие: объем знаний и умений минимален, но есть стремление их расширить, может решать несложные стандартные задачи без посторонней помощи, понимает социальную значимость деятельности. Пороговый уровень характеризуется следующими признаками: обладает достаточным объемом знаний, может эффективно применять знания и умения в большинстве стандартных ситуаций, имеет высокую мотивацию к качественному действию, понимает социальную значимость деятельности. Продвинутый уровень обнаруживают обучающиеся, которые могут решать трудные, нестандартные задачи, в типовых ситуациях они выполняют действия быстро, качественно, демонстрируя сформированный навык, мотивированы на выполнение задачи наилучшим образом, осознают социальную значимость деятельности и собственную ответственность за результат. Уровень профессионального владения фиксируется у тех обучающихся, которые быстро и качественно решают нестандартные задачи, видят варианты решения задачи, избирают наилучший вариант, анализируя ситуацию системно, во взаимосвязи с другими, имеют опыт в деятельности данного направления (производстве автороведческой экспертизы), могут решать практически любые задачи, мотивированы на самосовершенствование и лидерство в данном виде деятельности, сознают социальную значимость своих действий и собственную ответственность за результат.

Таким образом, обобщенный алгоритм внедрения в учебный процесс в вузах МВД России инноваций на примере междисциплинарного модуля «Судебная автороведческая экспертиза» включает следующий

порядок действий: 1) формирование для использования в учебном процессе пакетов текстов к анализу, в состав которых входят верифицируемый текст и текст-образец, 2) составление перечня идентификационных признаков анализируемых текстов, 3) сравнение и оценка спорных текстов и текстов-образцов с выделением совпадающих и различающихся признаков, 4) составление экспертного заключения, 5) диагностика уровня сформированности компетенций обучающихся «на основе метода авторoведческой экспертизы получать юридически значимую информацию для использования ее в интересах предупреждения, пресечения, раскрытия преступлений», 6) прикладное описание оптимизации процедур судебной автороведческой экспертизы и транслирование нового знания в профессиональном сообществе. Субъект-исполнитель алгоритма стимулирует и развивает компетенцию, задавая цикличность процесса: всякая инновация влечет за собой новую инновацию. Аккумулирование высокотехнологического знания определяет необходимость внедрения высокотехнологичных инструментов взаимодействия с ним.

Заключение

Использование в учебном процессе научных разработок, новых профессионально значимых технологий позволяет их апробировать, усовершенствовать, сформировать продукт, пригодный к использованию в практической деятельности органов внутренних дел, а также создать площадку для проведения дополнительных научных исследований, связанных с объектом внедрения. Эти процессы позволяют вузу быть частью профессионального сообщества, лидировать в нем, сохранять профессиональную идентичность.

Внедрение образовательных инноваций должно быть технологично: с четким обозначением цели, тщательной методической проработкой процессов внедрения, с определением объема теоретических научных знаний, необходимых к включению в образовательный модуль, с проработанностью инструментов диагностики формируемых компетенций, с расчетами практической значимости внедрения и параметрами эффективности. Формирование компетенции развивает операциональные умения обучающихся и задает им профессиональные положительные стандарты поведения: объективность, беспристрастность, осознание общественной значимости профессиональных действий, понимание ценности технологичности в профессии и эффективности использования наукоемкого продукта.

Образовательные инновации направлены на оптимизацию деятельности вузов МВД России. В частности, рассмотренное в работе внедрение в учебный процесс междисциплинарного модуля «Судебная автороведческая экспертиза» позволяет организовать научную деятельность преподавателя, сделать ее не второстепенным занятием преподавателя, а включенным в его основную обучающую деятельность, генерировать междисциплинарные исследования и профессиональные контакты.

Список литературы

1. Бовкун А.С. Формирование подходов к повышению эффективности управления инновационной деятельностью вуза: дис. ... канд. экон. наук. Иркутск, 2014. 145 с.

2. Губарьков С.В. Управление инновационной деятельностью вузов: формирование понятийно-категориального аппарата // Проблемы современной экономики. 2011. № 4 (40). С. 54–62.

3. Латуха О.А. Инновационная деятельность современного вуза: тенденции развития // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2012. № 4 (8). С. 44–51.

4. Рубцова И.И., Ермолова Е.И., Безруков А.И., Огорелков И.В. Комплексная методика производства автороведческих экспертиз: методические рекомендации. М.: ЭКЦ МВД России, 2007. 197 с.

5. Абрамкина Е.Е. Речевой жанр протокола допроса: идентификационный аспект: дис. … канд. филол. наук. Новосибирск, 2020. 234 с.

6. Баранов А.Н. Лингвистическая экспертиза текста: теория и практика. 5-е издание. М.: Флинта: Наука, 2013. 592 с.

7. Мартыненко Г.Я. Стилеметрия: возникновение и становление в контексте междисциплинарного взаимодействия // Структурная и прикладная лингвистика. 2015. № 11. С. 9–28.

8. Бабаева Э.У. Криминалистическое исследование анонимных документов с целью идентификации личности по признакам письменной речи: автореф. дис… канд. юр. наук. Ленинград, 1970. 18 с.

9. Батура Т.В. Формальные методы определения авторства текстов // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2012. Т. 10. Вып. 4. С. 81–94.

10. Эксархопуло А.А. Криминалистика в схемах и иллюстрациях: учебное пособие. СПб.: Юридический центр Пресс, 2002. 450 с.

УДК 378

ИССЛЕДОВАНИЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Морозов Н.А.

ВФ ФГКОУ ВО «РЮИ» МВД России, Ростовский юридический институт МВД России Волгодонской филиал, Волгодонск, e-mail: polykovatat@yandex.ru

В данной работе рассматриваются особенности профессиональных ценностных ориентаций современных выпускников на этапе самоопределения. Определена сущность, проблема и способы ее разрешения, факторы успешного осуществления. В данной статье авторы приходят к мысли о том, что комплекс ценностных ориентаций во многом определяет развитие человека, формирование его личности. Через самоопределение образуется и в них же проявляется отношение личности к себе, к миру, к будущей перспективе, в том числе и перспективе в области профессиональной деятельности. Они могут стать той опорой, которая поможет выпускникам в их успешном профессиональном самоопределении. Автором были раскрыты современные требования к процессу профессиональной ориентации старшеклассников в школе. Представлены основные подходы к профессиональной ориентации школьников. Определена сущность профессионального самоопределения, проблема и способы ее разрешения, факторы успешного осуществления профессионального роста. В данной работе автор приходит к мысли о том, что в период юношеского взросления необходимо решить серьезный вопрос, касающийся социальной адаптации личности в трудовой деятельности. На современном этапе развития общества образование располагает всеми ресурсами для формирования активной жизненной позиции выпускников в профессиональной сфере.

Ключевые слова: личность, ценностные ориентации, трудовые ценностные ориентации, профессиональное самоопределение, дети старшего школьного возраста, личностная, психологическая, жизненная перспектива

RESEARCH OF SELF-DETERMINATION OF GRADUATES OF A GENERAL EDUCATION ORGANIZATION IN THE PROFESSIONAL SPHERE

Morozov N.A.

Rostov law Institute of the Ministry of internal Affairs of Russia Volgodonsk branch, Volgodonsk, e-mail: polykovatat@yandex.ru

This paper examines the features of professional value orientations of modern graduates at the stage of self-determination. The essence, problem and ways of its solution, factors of successful implementation are defined. In this article, the authors come to the conclusion that the complex of value orientations largely determines the development of a person, the formation of his personality. Through self-determination, the attitude of the individual to himself, to the world, to the future perspective, including the perspective in the field of professional activity, is formed and manifested in them. They can become the support that will help graduates in their successful professional self-determination. The author revealed the modern requirements for the process of professional orientation of high school students. The main approaches to professional orientation of schoolchildren are presented. The essence of professional self-determination, the problem and ways to solve it, factors of successful professional growth are determined. In this paper, the author comes to the conclusion that in the period of adolescence, it is necessary to solve a serious issue concerning the social adaptation of the individual in work. At the present stage of development of society education has all the resources to form an active life position of graduates in the professional sphere.

Keywords: personality, value orientations, labor value orientations, professional self-determination, children of high school age, personal, psychological, life perspective

Современные преобразования, которые происходят в России, требуют повышенного внимания к проблеме самореализации, самоактуализации личности. И прежде всего это касается сферы ее профессиональных предпочтений. Во многом дальнейший успех в той или иной профессиональной деятельности зависит от успешно пройденного этапа профессионального самоопределения. Профессиональное самоопределение – это явление, которое оказывает влияние на дальнейший жизненный путь каждого человека, и не только в профессиональной сфере. Выбор профессии влияет на супружеские перспективы, финансовое благополучие, определяет такие личностные феномены, как самооценка, отношения с другими, самоуважение. Сложная задача трудового самоопределения становится особенно актуальной в период окончания школы, когда неопределенность ценностных представлений о самой специальности смещает ориентиры на выбор предпочитаемого, желаемого образа жизни с помощью профессии. Все это затрудняет сделать правильный выбор и способствует постановке новой задачи перед исследователями: рассмотреть и изучить особенности ценностных ориентаций современных старшеклассников на этапе их профессионального самоопределения.

Связь ценностных ориентаций учащихся старших классов со сферой профессионального выбора не отражается в достаточной степени в научной литературе. Имеющиеся социально-психологические и психолого-педагогические исследования рассматривают структуру и динамику ценностных ориентаций личности в юношеском возрасте, влияние системы ценностных ориентаций на механизм регуляции поведения, связь ценностных ориентаций с личностными особенностями старшеклассников. В частности, чешский психолог Я. Гудечек определяет ценности как социальный феномен, содержащий в себе такие параметры, как идеи, нормы, цели и идеалы, общественные и природные явления, которые служат созданию социального прогресса и развитию человеческой личности [1].

Что касается ценностных ориентаций на этапе профессионального и социального самоопределения старшеклассников, то такие исследования в основном ограничиваются лишь констатацией факта их стихийности, обусловленной в значительной степени случайными жизненными ситуациями. Встречаются работы, исследующие корреляции ценностных ориентаций с профессиональной направленностью личности.

Цель исследования: изучить особенности профессиональных ценностных ориентаций современных старшеклассников на этапе профессионального самоопределения.

Материалы и методы исследования

Нами было проведено исследование трудовых ценностных ориентаций старшеклассников на этапе их профессионального самоопределения, в котором приняли участие 57 десятиклассников (25 юношей и 32 девушки), обучающихся в традиционном и профильном (с упором на изучение биологических и естественных наук) классах г. Волгодонска.

Диагностика направленности ценностных ориентаций проводилась с помощью методики Е.М. Павлютенкова «Трудовые ценностные ориентации учащейся молодежи». Задача заключалась в том, чтобы определить доминантность в трудовых ценностных ориентациях старшеклассников.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблема профессионального самоопределения рассматривалась многими авторами, в частности Е.А. Климовым [2], А.К. Марковой [3], Т.В. Кудрявцевым, А.В. Сухаревым [4], Н.С. Пряжниковым [5], Толстых Н.Н. [6; 9], Федоршиной Б.А. [7], Е.И. Головахо [8], Б.В. Федоршиной [10], Н.Т. Долгушиной [11], М.Г. Магомедовой [12] и многими другими.

Все они отмечают, что профессиональное самоопределение неотделимо от личностного самоопределения, тем самым подчеркивая важность интересов, способностей, общей системы ценностей, мотивации, достижения социальной зрелости для успешности этапа профессионального самоопределения.

В целом этот феномен раскрывается как наукоемкое определение «процесс становления мотивационно смысловой доминанты субъекта труда в целом пространстве жизненного пути человека, где успешность профессиональной деятельности выступает критерием успешности жизни» [13, с. 184]; «определение человеком себя относительно выработанных в обществе (и принятых данным человеком) критериев профессионализма» [3]; «процесс и результат сознательного и самостоятельного выбора профессии» [14, с. 268–269].

Среди семи стадий профессионального становления Э.Ф. Зеер выделил стадию профессиональной подготовки к самостоятельному труду, которая хронологически совпадает с возрастом 16–23 года [15]. В ходе данной стадии корректируется, пересматривается и укрепляется профессиональное самоопределение. К этому возрастному периоду относится и старший школьный возраст (16–18 лет), когда впервые возникает осознание связи будущего и настоящего, когда профессиональные намерения, начиная формироваться, оказывают влияние на весь этап профессионального самоопределения.

В этот период взросления перед старшеклассниками стоит вопрос о выборе своей будущей профессии, когда пересматриваются различные виды деятельности с позиции их сопоставления с имеющимися интересами, способностями, общей системой ценностей. Безусловно, что данное сопоставление учитывается на любой стадии выбора, но более обобщенные ценностные ориентации осознаются в профессиональной сфере [16].

Ученые, изучающие вопрос ценностных ориентаций, едины в том, что комплекс ценностных ориентаций во многом определяет развитие и формирование личности человека. Каждому человеку присуща личная система ценностей. Она определяется как совокупность принципов индивида, которая делает человека уникальной личностью [17]. Через ценности и ценностные ориентации образуется и в них же проявляется отношение личности к себе, к миру, к будущей перспективе, в том чис-

ле и перспективе в области профессиональной деятельности. Одни старшеклассники связывают будущее с профессиональной деятельностью, другие – с личностными притязаниями и со своими будущими профессиональными успехами, для третьих важны дружба, любовь, семья.

По мнению К.А. Абульханова-Славской, больше возможностей, перспектив имеет та личность, которая обладает активной жизненной позицией.

Проблема выбора профессии является одной из главных в жизни человека. Ориентация на профессиональный труд и выбор профессионального будущего выпускника выступает как неотъемлемая часть образовательного процесса. Значимой проблемой для этого периода жизни человека является приобретение обучающимися адекватных представлений о профессиональной деятельности и собственных возможностях, формирование умения включаться в общественно производительный труд и социальные отношения трудового коллектива. Именно профессиональное самоопределение поможет выпускникам получить социальные гарантии в правильно выбранной специальности. В данном процессе, как известно, участвуют различные социальные институты: семья, школа, СМИ, ближайшее окружение учащегося.

Профессиональное самоопределение включает в себя формирование склонностей и трудовых интересов выпускников. Сущность данной работы заключается в том, чтобы побуждать детей к участию в разнообразных формах учебной и внеклассной работы, к общественно-полезному труду, активной пробе своих сил. Это позволяет на практическом опыте узнать и определить свои склонности и способности. Талант развивается в процессе деятельности, а профессиональные знания успешно накапливаются при наличии профессиональных интересов. Важно, чтобы выпускник попробовал себя в самых различных видах деятельности. Поэтому жизненная перспектива включает совокупность обстоятельств и условий жизни, которые при прочих равных условиях создают возможность оптимизации дальнейшего жизненного продвижения. Социальная перспектива открывается тому, кто сам создает систему оптимальных (т.е. имеющих множество возможностей) социальных отношений, «систему опор» [17, с. 77].

Ценностные ориентации – это одно из стержневых образований зрелой личности, способной сделать самостоятельный и осознанный выбор профессии, они могут стать той опорой, которые помогут старшеклассникам в их успешном профессиональном самоопределении.

Нами было проведено исследование трудовых ценностных ориентаций старшеклассников на этапе их профессионального самоопределения, в котором приняло участие 57 десятиклассников (25 юношей и 32 девушки), обучающихся в традиционном и профильном (с упором на изучение биологических и естественных наук) классах г. Волгодонска.

Диагностика направленности ценностных ориентаций проводилась с помощью методики Е.М. Павлютенкова «Трудовые ценностные ориентации учащейся молодежи». Задача заключалась в том, чтобы определить иерархию предпочитаемых трудовых ценностных ориентаций старшеклассников. Под профессиональными ценностными ориентациями понимается система трудовых качеств личности на этапе самоопределения.

Старшеклассникам предлагался бланк, в котором находилось 98 понятий. Они обозначали названия ценностей трудовой деятельности человека. Респондентам нужно было вычеркнуть названия тех ценностей, которые для них имеют меньшее значение, а оставшиеся оценить по 7-балльной шкале, предварительно проранжировав их в порядке личной значимости. После обработки полученных результатов был учтен порядок, в котором располагались ценности, а также их принадлежность к одному из семи типов:

1. ОЗ – общественно значимые ценности трудовой деятельности;
2. СД – ценностные ориентации, связанные с содержанием труда;
3. СТ – статусные достижения работника посредством трудовой деятельности;
4. РТ – ценностные ориентации, направленные на результат труда;
5. СМ – связанные с возможностью развития личности в процессе овладения профессией;
6. СУ – с возможностью применения своих способностей и самоутверждения в процессе труда;
7. УТ – с условиями труда.

Согласно эмпирическим данным, иерархия предпочитаемых трудовых ценностных ориентаций старшеклассников распределилась следующим образом и представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, определяющими ценностными ориентирами в области будущей трудовой деятельности учащихся 10-х классов являются: 1) возможность материального благополучия; 2) статусные

достижения в процессе труда; 3) условия труда. Учащиеся обоих типов классов (независимо от пола) однозначно поставили на первое место ценности, связанные с результатом труда (РТ); последнее же место занимают общественно значимые ценности трудовой деятельности (ОЗ). Причем ценностные ориентации РТ стоят на первом месте у большего количества старшеклассников 10-го класса с традиционным обучением (88,9%), т.е. еще не определившихся со своим профессиональным выбором, чем у их сверстников в классе с дифференцированным обучением (80%), которые такой выбор уже сделали. Полученные результаты также позволили определить профилизацию в 10-х классах, учитывая потребности участников образовательного процесса для дальнейшего овладения профессией.

Промежуточное положение занимают ценностные ориентации, показывающие возможность применения своих способностей и самоутверждения в процессе труда.

Незначительными для старшеклассников оказались такие трудовые ценностные ориентации, которые раскрывают следующие качества подростка: дисциплинированность, организованность, социальность, трансцендентность.

Для оценки значимости различий в трудовых ценностных ориентациях старшеклассников традиционного и профильного классов был использован Q-критерий Розенбаума, который не показал статистически значимых различий.

Интересны гендерные особенности трудовых ценностных ориентаций у старшеклассников на рис. 2.

Как видно из рис. 2, имеются гендерные различия в иерархии трудовых ценностных ориентаций. Так, для девушек из профильного и традиционного классов наиболее важной трудовой ценностью являются условия труда и только потом результат труда, у юношей же результат труда стоит на первом месте.

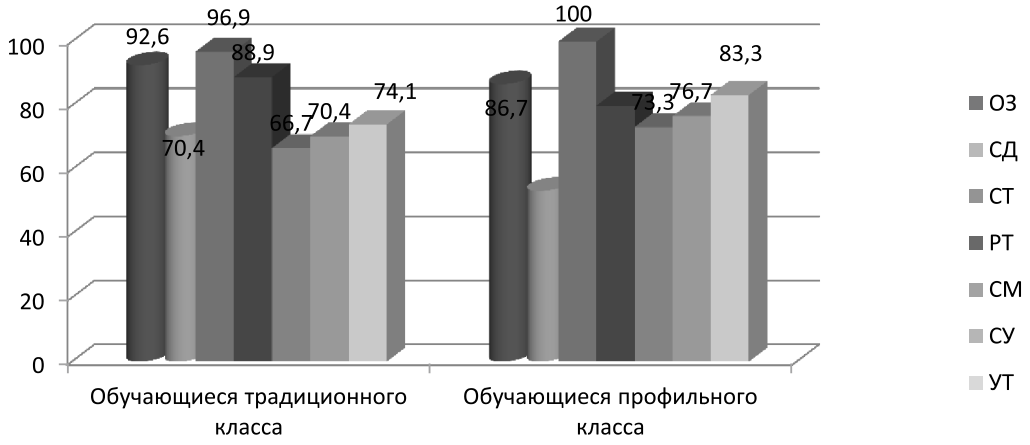


Рис. 1. Иерархия профессиональных ценностных ориентаций старшеклассников

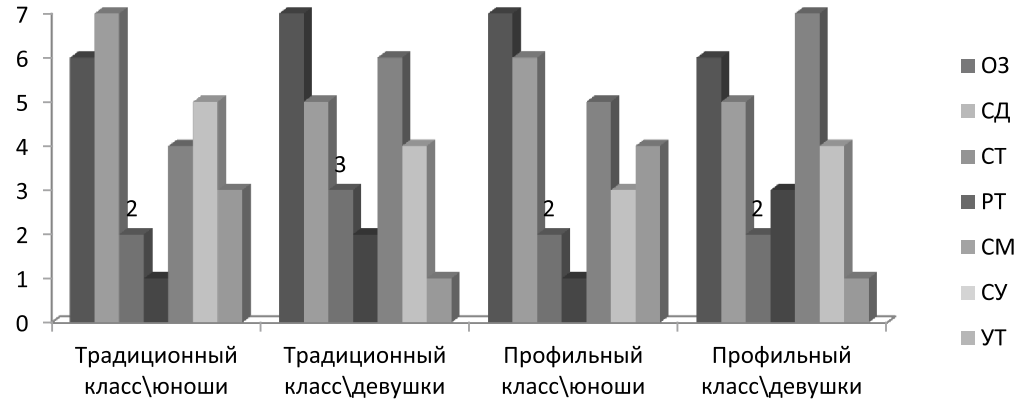


Рис. 2. Гендерные особенности иерархии профессиональных ценностных ориентаций старшеклассников

Математическая проверка при помощи Q-критерия Розенбаума показала, что имеются статистически значимые различия в ценностных ориентациях между девушками и юношами как профильного, так и традиционного классов, т.е. девушки как профильного, так и традиционного классов отличаются от юношей этих классов по своим трудовым ценностным ориентациям. Поэтому процесс самореализации может происходить только при одном условии, когда обучающийся принимает активное участие во всех видах деятельности, пробуждая и укрепляя социальную смелость, демонстрируя широкую амплитуду разброса интересов, импульсивность метаний-исканий своего дела и места.

Выводы

Изучение трудовых ценностных ориентаций старшеклассников показало, что для всех без исключения учащихся самыми важными ценностными установками являются результат труда (высокая оплата профессиональной деятельности) и статусные достижения через выбор престижной профессии. Современные старшеклассники слабо представляют себе суть труда и сущность профессиональной деятельности, не видят того сложного и кропотливого труда, благодаря которому удается добиться желаемого. По этой причине их ценности, отражающие возможность развития личности в процессе овладения профессией, привлекательность содержания труда и общественно значимые ценности трудовой деятельности не получили высокой оценки и не заняли достойного места в иерархии трудовых ценностных ориентаций.

Нами было выявлено, что в период юношеского взросления необходимо решить серьезный вопрос, касающийся социальной адаптации личности в трудовой деятельности. На современном этапе развития общества образование располагает всеми ресурсами для формирования активной жизненной позиции в профессиональной сфере.

Очень велико влияние ценностных ориентаций на правильность, самостоятельность и осознанность выбора будущей специальности. Именно профессиональное самоопределение поможет занять достойное место в обществе и стать его гражданином.

Список литературы

1. Зауторова Э.В. Ценностные ориентации личности как междисциплинарная категория // Современные исследования социальных проблем. 2010. № 4 (04). С. 62–70.

2. Голубь О.В. Профессиональное самоопределение в контексте социализации // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 7, Филос. 2012. № 2 (20). С. 100–107.

3. Долгушина Н.Т., Юревич С.Н. Профессиональное самоопределение как компонент профессионального становления личности // Научно-теоретический журнал. 2013. № 3–4 (16–17). С. 101–107.

4. Лузенина И.Н. Методы активизации работы по профессионально-личностному самоопределению учащихся средней школы на факультете иностранных языков // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2011. № 8. С. 371–379.

5. Головаха Е.И. Жизненная перспектива и профессиональное самоопределение молодежи. М.: Эксмо-Пресс, 2015. 254 с.

6. Толстых Н.Н. Жизненные планы подростков и юношей // Вопросы психологии. 2017. № 3. С. 65–69.

7. Федоршина Б.А. Профконсультационная работа со старшеклассниками / Под ред. Б.А. Федоришина. М.: Просвещение, 2018. 214 с.

8. Магомедова М.Г. Профессиональное самоопределение личности // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 15. С. 26–30.

9. Тертыченко К.А., Бурменская Д.Н. Специфика ценностного сознания современной российской молодёжи // Достижения науки и образования. 2018. № 4. С. 37.

10. Шевандрин Н.И. Психодиагностика, коррекция и развитие личности: учебник для вузов. М.: ВЛАДОС, 2001. 512 с.

11. Захаров Н.Н., Симоненко В.Д. Профессиональная ориентация школьников. М.: Персей-АСТ, 2016. 354 с.

12. Зеер Э.Ф. Психология профессий: учебное пособие для студентов вузов. М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 329 с.

13. Кирилова Н.А. Ценностные ориентации в структуре интегральной индивидуальности старших школьников // Вопросы психологии. 2018. № 4. С. 29–44.

14. Абульханова К.А. Психология и сознание личности (проблемы методологии, теории и исследования реальной личности): Избранные психологические труды. М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 1999. 218 с.

15. Петрухина С.Р. Особенности ценностных ориентаций студентов различных профилей профессиональной подготовки // Психолог. 2017. № 4. С. 10–20. [Электронный ресурс]. URL: https://e-notabene.ru/psp/article_21811.html (дата обращения: 10.07.2020). DOI: 10.25136/2409-8701.2017.4.21811.

16. Красникова А.Ю., Заикина А.И., Мустафинова Ж.Н. Ценностные ориентации как основа профессионального самоопределения // Молодой ученый. 2019. № 10 (248). С. 220–221. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/248/57032/ (дата обращения: 24.07.2020).

17. Кудрявцев Т.В., Сухарев А.В. Влияние характерологических особенностей личности на динамику профессионального самоопределения // Вопросы психологии. 2006. № 1. С. 39–54. [Электронный ресурс]. URL: http://e-koncept.ru/2016/86905.htm. (дата обращения: 10.07.2020).

УДК 377:372.854

ИНТЕГРАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КУРСЕ ХИМИИ В РАМКАХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Нуштаева А.В.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», Пенза, e-mail: nushtaeva.alla@yandex.ru

Методика преподавания химии как в школе, так и в высших и средних профессиональных учебных заведениях традиционно включает различные активные и интерактивные формы обучения, предусматривающие активное взаимодействие преподавателя и студентов. Такими образовательными формами деятельности являются лабораторные работы, работа студентов в малых группах на практических занятиях, проектно-исследовательская деятельность студентов, интерактивные виды лекций. Дистанционные формы обучения удачно дополняют данные методы работы. Интерактивные формы лабораторных работ и проектно-исследовательской деятельности в значительной мере способствуют не только усвоению дисциплины, но и развитию гибких (надпрофессиональных) навыков, таких как коммуникативность, способность к адаптации, критическое мышление, креативность мышления, работа в команде. Для разработки практических заданий применялся системно-деятельностный подход, заимствованный из литературы, который подразумевает проектирование учебного процесса на основе деятельностной теории обучения и системно-структурного подхода, в результате чего обучающиеся получают знания в процессе практической деятельности. В статье представлен опыт выполнения студенческих проектов по исследованию адсорбционной эффективности различных промышленных и бытовых твердых адсорбентов, использующихся для доочистки водопроводной воды. Приведены примеры заданий, сконструированных для дистанционных лабораторных работ с применением системно-деятельностного подхода.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование, дистанционное обучение, интерактивные методы, системные связи

INTEGRATION OF VARIOUS KINDS OF ACTIVITIES IN THE COURSE OF CHEMISTRY IN SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

Nushtaeva A.V.

Penza State Agrarian University, Penza, e-mail: nushtaeva.alla@yandex.ru

The methods of teaching chemistry both at school and in higher and secondary vocational educational institutions traditionally include various active and interactive forms of education, involving active interaction between the teacher and students. Such educational activities are laboratory work, the work of students in small groups in practical classes, design and research activities of students, interactive types of lectures. Distance learning forms successfully complement these methods of work. The experience of implementation of student projects on the study of the adsorption efficiency of various industrial and household solid adsorbents used for the purification of tap water is presented. Interactive forms of laboratory work and design and research activities contribute to a greater extent not only to the mastery of the discipline, but also to the development of flexible (over-professional) skills such as communication, adaptability, critical thinking, creativity of thinking, and teamwork. To develop practical tasks, a system-activity approach was used, borrowed from the literature, which implies the design of the educational process based on the activity theory of learning and the system-structural approach, as a result of which students gain knowledge in the process of practical activity. The examples of tasks designed for remote laboratory work using the system-activity approach are presented.

Keywords: secondary professional education, distance learning, interactive methods, system connections

Химия как наука о веществах и их взаимодействиях закладывает основы для формирования знаний и навыков по многим специальностям, в числе которых строительные, аграрные, пищевые, технологические, фармацевтические и многие другие направления. Не случайно эта дисциплина изучается не только в школе, но и в соответствующих высших и средних профессиональных учебных заведениях. Традиционно многие считают химию непонятным, сложным для восприятия и изучения предметом. Задача преподавателя заключается в построении программы и структурировании занятий таким образом, чтобы студенты получали необходимые базовые знания и навыки уже во время занятия, в процессе взаимодействия с преподавателем и друг с другом, в процессе выполнения практической работы. Это непростая задача, особенно если учесть низкий уровень заинтересованности и отсутствие мотивации в большинстве случаев. Решить эту задачу помогают применение различных педагогических методов, комбинация разнообразных видов учебной деятельности.

Цель исследования: совершенствование методики преподавания химии на уровне среднего профессионального образования.

Материалы и методы исследования

Использовались методы анализа концепций преподавания химии на уровнях:

школа – среднее профессиональное образование (СПО) – высшее образование (ВО); метод аналогий и анализа результатов педагогической деятельности на базе Пензенского государственного аграрного университета (ПГАУ) и Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (ПГУАС).

Результаты исследования и их обсуждение

Различные формы взаимодействия преподавателя и студентов представлены на рис. 1.

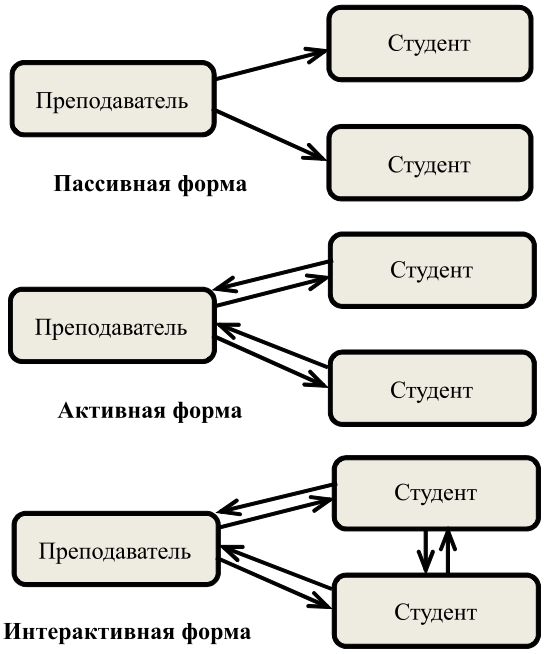


Рис. 1. Формы взаимодействия студента и преподавателя [1]

Все они применяются на занятиях по дисциплине «Химия» на всех уровнях: школа – СПО – ВО. Классическая пассивная форма используется только на лекциях. И даже на лекции нередко применяются интерактивные формы или их элементы, к которым относятся [2, 3]:

– бинарная лекция (читают два преподавателя);

– лекция-конференция (студенты выступают с небольшими сообщениями);

– проблемная лекция (вариант исследовательской деятельности студентов вместе с преподавателем).

Традиционные для химического курса лабораторные работы и практические занятия представляют собой активную форму (если каждый студент работает индивидуально) или интерактивную форму (при работе в малых группах) взаимодействия преподавателя и студентов. Работа в парах или в малых группах помогает преподавателю сэкономить время на проверке и оценивании работы студентов, если они проверяют и оценивают работы друг друга (здесь важно найти правильную мотивацию для объективной оценки, например суммирование баллов команды и т.д.). Интерактивная форма лабораторных работ способствует не только усвоению дисциплины, но и развитию гибких (надпрофессиональных) навыков, таких как коммуникативность, способность к адаптации, критическое мышление, креативность мышления, работа в команде.

Н.Е. Дерябиной [4] развит системно-деятельностный подход к дисциплине «Химия», который подразумевает проектирование учебного процесса на основе деятельностной теории обучения и системно-структурного подхода, в результате чего обучающиеся получают знания в самом процессе практической деятельности. Модель школьного курса химии, разработанная на основе системно-деятельностного подхода и метода системного анализа [4], представляет собой программу индуктивного исследования дисциплины (от общего к частному). Структура курса включает последовательное изучение целостных свойств системы (например, органические вещества, неорганические вещества), ее уровней (классов), внутриуровневых и межуровневых связей, многообразия вариантов системы (химических веществ). Используется построение наглядных схем и системообразующих связей. В химии системообразующие связи представлены структурными, генетическими связями между системами (веществами), связями их взаимодействия и преобразования [5]. На практике показано, что в результате применения такого подхода у учащихся формируется система химических знаний и умений, а также развиваются системный способ мышления, интеллектуальные способности [6, 7].

Для разработки рабочей программы дисциплины «Химия» для направлений «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», «Зоотехния» (СПО) мы использовали современную рабочую программу по химии, разработанную для школы [8], а также принцип системно-деятельностного подхода [4]. Курс химии разбит на уровни таким образом, чтобы каждый последующий уровень был основан на предыдущем и открывал все новые свойства уже изученных или новых веществ и их систем.

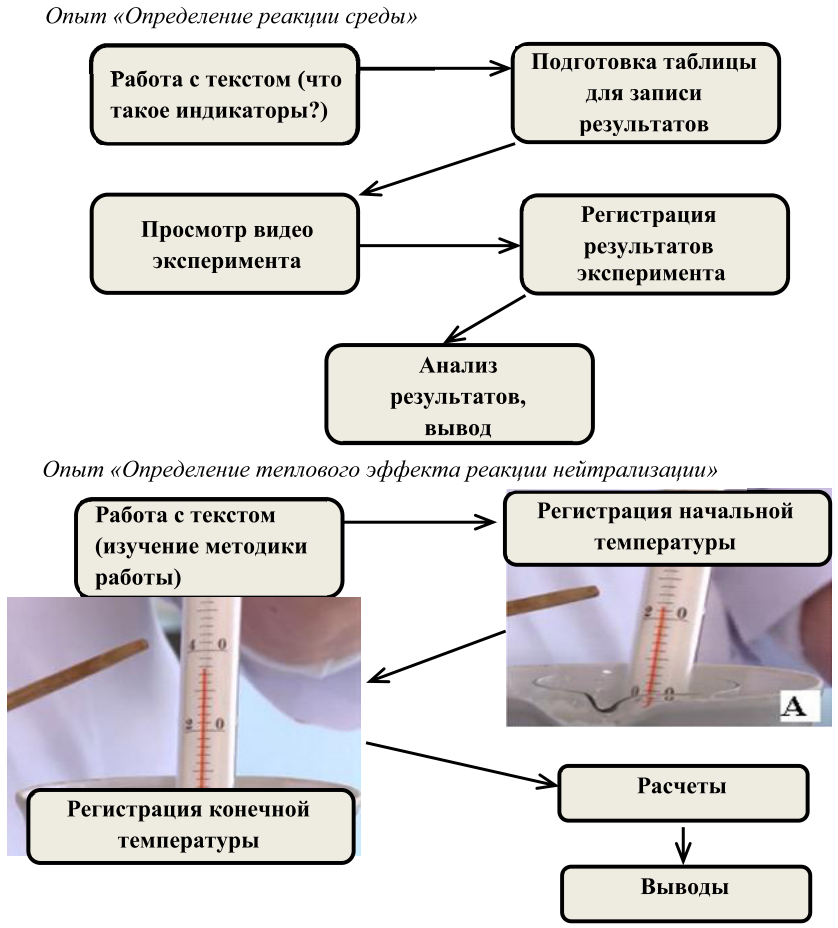


Рис. 2. Схемы опытов для дистанционной лабораторной работы

Нельзя обойти вниманием дистанционные формы обучения. По разным причинам они обязательно должны быть включены в современный образовательный процесс. В нашем курсе онлайн-формы предусмотрены для самостоятельной работы студентов, для замены очных занятий в случае карантина, а также для отработки студентами пропущенных занятий. При разработке заданий дистанционной формы мы также использовали принцип системно-деятельностного подхода Н.Е. Дерябиной, предусматривающий применение студентом системного анализа данных. На рис. 2 приведены примеры схем опытов, разработанные для лабораторных работ дистанционной формы.

Для просмотра видеороликов опытов к лабораторным работам прилагаются ссылки на ресурсы, размещенные в интернет-сети в свободном доступе, например продукты Федерального образовательного проекта Росдистант, Школа-онлайн, видеопособия для школьников и др.

Важнейшая часть курса «Химия» – проектно-исследовательская деятельность студентов под научным руководством преподавателя. Проектной деятельности сейчас уделяется большое внимание даже в школе. Такая работа многогранна, позволяет освоить на практике и свойства веществ, и методы исследования, и правила работы в химической лаборатории; развить исследовательские умения и навыки – умение задавать вопросы и искать пути их решения, классифицировать объекты, проводить аналогии, формулировать выводы, доказывать и защищать свои идеи. Следовательно, проектная деятельность как ничто другое развивает те самые гибкие навыки, про которые так много сегодня говорят и которые ценны тем, что они применимы не только в химии или какой-либо другой дисциплине. Эти навыки показывают общее развитие личности.

Этапы проектно-исследовательской работы:

– литературный обзор;

– подготовка, планирование эксперимента (найти проблему, поставить задачу, изучить методику);

– проведение эксперимента;

– обработка результатов эксперимента (математическая обработка, анализ, построение графиков);

– выводы.

Например, в [9, 10] представлены исследовательские проекты, выполненные студентами направления «Техносферная безопасность» ПГУАС. Студенты 2-го курса экспериментально исследовали адсорбционную эффективность ряда промышленных и бытовых адсорбентов: силикагеля, цеолита, активированного угля, полифепана (фармацевтический препарат), наполнителей бытовых фильтров для доочистки водопроводной воды. В качестве адсорбтива использовался изоамиловый спирт, растворенный в воде. Адсорбция спирта на поверхности твердых адсорбентов (рис. 3) определялась по изменению поверхностного натяжения водного раствора, измеряемого методом максимального давления в пузырьке (метод Ребиндера). Проблема в том, что в программе дисциплины «Химия» не предусмотрены часы на проектную деятельность. Экспериментальную часть данного проекта студенты выполняли частично за счет часов, отведенных на лабораторные работы по разделу «Коллоидная химия», в который входят в том числе и лабораторные работы по определению адсорбции методом Ребиндера. Практика показала, что некоторым обучающимся интереснее работать над собственным исследовательским проектом, чем выполнять стандартные лабораторные работы.

Со студентами сельскохозяйственного направления ПГАУ планируется выполнение проектов по исследованию почвы методами химического анализа (например, с целью оценить химический состав почвогрунтов, находящихся под различной растительностью, в различных промышленных или сельскохозяйственных зонах). Данная тематика соответствует разделам неорганической и аналитической химии, которые изучаются студентами аграрного университета.

При конструировании курса химии, включающего интерактивные лекции, работу в группах, обязательно экспериментальную работу, практические задания, учитывающие системно-деятельностный подход, мы выбирали такие методы подачи материала, которые могут способствовать укоренению следующих постулатов.

«Химия – это понятно». В каждой теме задания расположены в порядке усложнения. Причем базовые задания сформулированы таким образом, чтобы с ними мог справиться каждый студент, и включают работу с текстом, анализ текста, выводы. В результате такой деятельности обучающийся получает базовые знания, с помощью которых способен выполнить следующее задание, и так далее по ступеням (системно-деятельностный подход). Согласно теории когнитивной нагрузки (или теории схем), информация может усваиваться только при условии, что она не перегружает мозг. С этой точки зрения, для эффективного выполнения и усвоения одну общую задачу нужно разбить на небольшие, несложные задания.

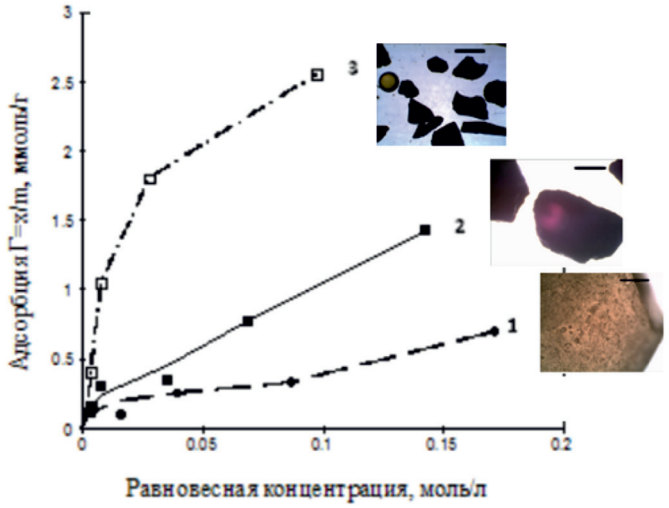


Рис. 3. Изотермы адсорбции изоамилового спирта на различных адсорбентах: 1 – силикагель, 2 – активированный уголь, 3 – порошок «Аквафор». На вставках – микрофотографии поверхности частиц адсорбентов. Шкала – 500 мкм. Результаты получены в рамках проектно-исследовательской работы студентов

«Химия – это актуально». Не требует доказательств, что химия, физика, физическая химия – это основа современных технологий: информационных, инженерных, сельскохозяйственных, нанотехнологических направлений. Химические вещества окружают нас повсюду в быту. Практико-ориентированные задачи способствуют появлению интереса к изучению предмета [11, 12].

«Химия – это знание, что вредно и опасно, а что безопасно». Это знание, необходимое каждому, а особенно будущему профессионалу в области сельского хозяйства. Минеральные и органические удобрения, кормовые добавки, мелиоранты, пестициды, гербициды – для эффективного и в то же время безопасного использования сельскохозяйственной химии необходимо понимание свойств, возможных взаимодействий с компонентами окружающей среды, влияния на организм человека в норме и при переизбытке.

Выводы

Методика преподавания химии традиционно включает активные и интерактивные формы обучения в виде лабораторных работ, работы студентов в малых группах на практических занятиях, проектно-исследовательскую деятельность студентов. Дистанционные формы обучения могут удачно дополнить данные методы работы.

Список литературы

1. Чёрная Л.В., Лазуткина Е.А. Интеграция различных видов деятельности на кафедре биологии Омского государственного медицинского университета // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 1. С. 85–90.

2. Крашенинникова Л.В., Захаров К.П. Применение методик коллективной организационной формы обучения в цифровой образовательной среде // Сибирский педагогический журнал. 2019. № 6. С. 56–68.

3. Боуэн, Уильям Г. Высшее образование в цифровую эпоху / перевод с английского Дмитрий Кралечкина. М.: Изд. дом Высш. шк. экономики, 2018. 222 с.

4. Дерябина Н.Е. Системно-деятельностный подход к изучению химических свойств неорганических веществ // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 3. С. 71–72.

5. Дерябина Н.Е., Дерябина А.Г. Системообразующие связи в физических и химических системах // Физическое образование в вузах. 2008. Т. 14. № 1. С. 30–34.

6. Дерябина Н.Е., Молчанова Г.Н. Нестандартные решения стандартных задач // Химия в школе. 2016. № 9. С. 25–32.

7. Егорова Г.И., Лосева Н.И., Беляк Е.Л., Попова Е.М. Химическая подготовка в параметрах развития интеллектуальной культуры учащихся в школе и вузе // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 170–174.

8. Еремин В.В., Дроздов А.А., Еремина И.В., Керимов Э.Ю. Химия. Базовый уровень. 10–11 классы: рабочая программа к линии УМК В.В. Лунина: учеб. методич. пособие. М.: Дрофа, 2017. 104 с.

9. Нургалиев Т.Р., Родькин Н.Г., Жанабергенова Д.Р., Нуштаева А.В. Сравнение адсорбции ПАВ (3-метилбутанола-1) на поверхности активированного угля и лигнина // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2016. № 4. С. 187–193.

10. Нургалиев Т.Р., Родькин Н.Г., Жанабергенова Д.Р., Нуштаева А.В. Сравнительный анализ адсорбционных свойств различных адсорбентов // Молодой ученый. 2016. № 13 (117). С. 97–100.

11. Миронова И.И. Химия в привычных вещах // Химия в школе. 2019. № 3. С. 2–3.

12. Дежина Л.В. Практико-ориентированные задачи как средство мотивации учебной деятельности // Химия в школе. 2020. № 1. С. 15–19.

УДК 378.1

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Осипов М.В.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: mishaosipov@yandex.ru

Приоритетным направлением современной образовательной политики в условиях стремительного устаревания знаний и быстроменяющейся жизни становится повышение роли самообразовательной деятельности обучающегося. Перед системой образования ставится актуальная задача обучить человека самостоятельно учиться, мотивировать его к непрерывному и результативному самообразованию. Поставленная таким образом задача может быть решена посредством формирования метакомпетентности, обладающей свойством надпредметности и независимости от сферы деятельности. В статье определена сущность формирования метакомпетентности субъекта образовательного процесса как непрерывный процесс целенаправленной педагогической деятельности, ориентированной на освоение обучающимся способов организации самообразования, саморазвития и самовоспитания на основе интеллектуальной рефлексии когнитивных процессов, их активного контроля и регуляции для достижения поставленных целей. Определены педагогические условия формирования метакомпетентности, определяющие изменения в педагогической системе, относящиеся к содержательной и процессуально-технологической стороне образовательного процесса. Педагогические условия, способствующие формированию определенного личностного качества, представляют собой изменения в педагогической системе, которые определяются проблемой исследования и относятся к изменениям в содержательной и процессуально-технологической компонентах образовательного процесса. Формирование метакомпетентности субъекта образовательного процесса представляет собой непрерывный процесс целенаправленной педагогической деятельности, ориентированной на освоение обучающимися способов организации самообразования, саморазвития и самовоспитания на основе интеллектуальной рефлексии когнитивных процессов, их активного контроля и регуляции для достижения поставленной цели.

Ключевые слова: метакомпетентность, формирование метакомпетентности, педагогические условия, содержательная и процессуально-технологическая стороны образовательного процесса

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF METACOMPETENCE OF STUDENTS

Osipov M.V.

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

The priority direction of modern educational policy in the conditions of rapid obsolescence of knowledge and intermittent rapidly changing life is to increase the role of self-educational activities of students. The education system has an urgent task to train a person to learn independently, to motivate them to continuous and effective self-education. The task set in this way can be solved through the formation of meta-competence, which has the property of over-objectivity and independence from the sphere of activity. The article defines the essence of the formation of metacompetence of the subject of the educational process as a continuous process of purposeful pedagogical activity focused on the development of students ' ways of organizing self-education ,self-development and self-education on the basis of intellectual reflection of cognitive processes ,their active control and regulation to achieve goals. Pedagogical conditions for the formation of metacompetence that determine changes in the pedagogical system related to the content and process-technological side of the educational process are defined. Pedagogical conditions that contribute to the formation of a certain personal quality are changes in the pedagogical system, which are determined by the problem of research and relate to changes in the content and process-technological components of the educational process. The formation of metacompetence of the subject of the educational process is a continuous process of purposeful pedagogical activity focused on the development of students ' ways of organizing self-education, self-development and self-education on the basis of intellectual reflection of cognitive processes, their active control and regulation to achieve the goal.

Keywords: metacompetence, formation of metacompetence, pedagogical conditions, content and process-technological aspects of the educational process

Анализ развития компетентностного подхода показывает тенденцию в расширении видового ряда компетентностей, в том числе и появлении компетентностей, связанных с формированием способности осуществлять рациональные способы интеллектуальной деятельности, общие для различных сфер, универсальные для разрешения проблем в ситуациях неопределенности, непредсказуемости. Речь идет о метакомпетентности, которую Д. Флейвел определил, как способность субъекта анализировать, управлять, контролировать и регулировать интеллектуальную (познавательную) деятельность.

Метакомпетентность определяется как:

– часть методологической компетентности (Сизова Е.В., Francoise);

– способность формировать новые знания и другие новые компетенции (Михайличенко С.А.);

– компетентности высшего уровня, надсистемные, надпредметные (Резчикова Е.В., Осипов М.В);

– обеспечивающие переход субъекта познания на новую ступень (Самойличенко А.К., Малахова В.Р.).

Представленные выше значимые для интеллектуальной деятельности характеристики, раскрывающие сущность метакомпетентности, определяют актуальность обоснования педагогических условий ее формирования в образовательном процессе.

Целью исследования является выявление и обоснование педагогических условий, способствующих формированию метакомпетентности субъекта образовательной деятельности.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования явились статьи и монографии по теме исследования. Теоретической основой исследования выступили положения метакогнитивной психологии (М.А. Холодная, А.В. Карпов, И.М. Скитяева, J.H. Flavell, A.L. Brown и др.), а также теоретические положения, раскрывающие самообразование и развитие самообразовательной деятельности (И.Ф. Медведев, Е.Н. Фомина и др.). Методологическую основу исследования составляет полипарадигмальный подход как совместное использование системно-деятельностного (А.Г. Асмолов, Г.П. Щедровицкий и др.), компетентностного (А.А. Вербицкий, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, А.В. Хуторской и др.), деятельностного подходов, которые в системном единстве позволяют рассматривать обучающегося как субъекта образовательного процесса деятельностного, развивающегося, рефлексирующего.

В исследовании использованы методы теоретического анализа, контент-анализа, сравнительно-сопоставительный анализ, формулирование проблемы и цели исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Обоснование педагогических условий, способствующих формированию метакомпетентности обучающихся, представим в следующей логике:

- конкретизируем понятие «педагогические условия» как родовидовое по отношению к понятию «условие»;
- обоснуем сущность процесса «формирование метакомпетентности обучающихся»;
- представим виды педагогических условий для понимания сущности и источников педагогических условий формирования метакомпетентности обучающихся в условиях методологии системного и личностно ориентированного подходов;
- обоснуем совокупность принципов обучения, определяющих результативность процесса формирования метакомпетентности обучающихся.

Неоднозначность определения в психолого-педагогической литературе понятия «педагогические условия» потребовала конкретизации этого понятия для использования в данном исследовании.

Рассматривая понятие «педагогические условия» как видовое по отношению к понятию «условие», определимся с последним.

Понятие «условие» определяется как:

– обстоятельство, обстановка [1];

– относительно внешнее к предмету многообразие объективного мира, без которого он не может существовать [2];

– среда, обстановка, в которой возникают явления и процессы [3].

Перейдем к выявлению сущности понятия «педагогические условия», рассматривая его как родовидовое понятие. Отметим, что педагогические условия – это такие обстоятельства, обстановка, среда, которые направлены на повышение результативности педагогической деятельности. Здесь важно отметить мнение Н.М. Борытко, определяющего педагогическое условие как внешнее обстоятельство, способствующее, но не гарантирующее достижение определенного результата педагогического процесса. Именно поэтому разные исследователи одних и тех же педагогических процессов предлагают разные педагогические условия. Однако считаем важным определить источник выбора педагогических условий. С нашей точки зрения, педагогические условия должны представлять изменения в педагогической системе, которые определяются проблемой исследования и, следовательно, относиться к содержательной и процессуально-технологической стороне образовательного процесса.

Эта точка зрения согласуется с определением педагогического условия, данным В.И. Андреевым, понимающим названный феномен как «целенаправленный отбор, конструирование и применение элементов содержания, методов (приемов), а также организационных форм для достижения целей» [4].

Таким образом, при обосновании и разработке педагогических условий, способствующих формированию (развитию, становлению) исследуемого феномена (в данном случае метакомпетентности), необходимо предложить направления изменения компонент педагогической системы для достижения поставленной цели.

В контексте поставленной исследовательской задачи обоснования педагогических ус-

ловий формирования метакомпетентности обучающихся конкретизируем само понятие «формирование метакомпетентности».

В психолого-педагогических исследованиях, относящихся к проблеме изменения личностных качеств обучающихся в процессе обучения и воспитания, вместе с термином «формирование» используются понятия «становление» и «развитие», которые являются близкими смысловыми категориями. Ученые для различения этих понятий используют основание, которое они представляют как движущие силы рассматриваемых процессов [5; 6].

При этом ученые различают внешние (микро- и макросреда) и внутренние (собственная активность личности) источники целенаправленного изменения личностных качеств обучающегося.

Процесс «становления» в контексте изменения личностных качеств обучающихся понимается как:

- философская категория, фиксирующая изменчивость вещей и явлений, непрерывный переход в другое состояние [7];
- возникновение, образование кого-либо, чего-либо [8];
- реализация цели субъекта, в том числе и в профессиональном образовании [9].

В приведенных выше трактовках процесса становления отмечается начальный этап в изменении личностных качеств, однако слабо просматривается то, что называется «вектором развития». Исключение составляет суждение В.А. Адольфа и Н.Ф. Ильиной, указывающих на наличие цели, определяемой субъектом в процессе своего становления в профессии. Сказанное позволяет признать, что становление как процесс личностных изменений субъекта образовательной деятельности имеет внутренний вектор развития личности.

Относясь к категории «развитие», отметим характерные свойства этого процесса:

- закономерные изменения некоторого состояния, переход к новому качественному состоянию, от простого к сложному, от низкого к высокому [10];
- эволюционный переход от одного состояния к другому [11];
- количественные, качественные и структурные преобразования во времени [12].

В приведенных определениях категории «развитие» отмечается наличие некого начального уровня, с которого осуществлялось улучшение, совершенствование, рост и расширение личностного развития [13], однако оно может быть под воздействием как внутренних, так и внешних факторов и условий. Понятие «формирование», так же как и понятия «становление» и «развитие», несмотря на их постоянное употребление в педагогических исследованиях, не имеет однозначного определения. В исследованиях по педагогике И.П. Подласый [14] приводит понимание формирования, предложенное П.Н. Груздевым, как воздействие на личность внешних, неуправляемых, случайных факторов. Процесс «формирования» в психолого-педагогической литературе определяется как придание чему-то определенной формы, законченности, завершенности. Формирование – это целенаправленные изменения в человеке под воздействием внешних условий. Однако при реализации личностно ориентированного подхода в образовании с учетом субъектной позиции обучающихся и субъект-субъектных отношений между участниками образовательного процесса формирование представляется через единство внешне организуемых педагогом условий и активности и инициативности самого обучающегося. Такое понимание формирования личностных качеств обучающегося дает возможность прогнозировать педагогические условия как внешние, так и внутренние факторы формирования метакомпетентности обучающегося.

Базируясь на понимании сущности метакомпетентности обучающегося, а также на выделенной выше сущности процесса *формирования, определим сущность формирования метакомпетентности субъекта образовательного процесса как непрерывный процесс целенаправленной педагогической деятельности, ориентированной на освоение обучающимися способов организации самообразования, саморазвития и самовоспитания на основе интеллектуальной рефлексии когнитивных процессов, их активного контроля и регуляции для достижения поставленных целей.*

При конструировании педагогических условий формирования метакомпетентности магистрантов в процессе их магистерской подготовки будем учитывать разные характеристики педагогических условий, определяющие их виды:

- организационно-педагогические условия, предполагающие целенаправленное управление образовательным процессом, в том числе и его кадровое, организационное, учебно-методическое и диагностическое обеспечение [15];
- психолого-педагогические условия, направленные на развитие конкретных характеристик личности обучающегося с учетом их психологических особенностей [16];
- дидактические условия, определяющие применение такого содержания, методов и организационных форм обучения,

которые способствуют достижению поставленных дидактических целей [17].

В психолого-педагогической литературе представлены другие классификации педагогических условий. В частности, О.Г. Шарабайко приводит классификацию педагогических условий по основаниям используемых действий, направленных на решение поставленных задач; выделенных компонент педагогической системы; используемых процессуальных характеристик [18].

При рассмотрении педагогических условий развития познавательной самостоятельности студентов в процессе изучения иностранного языка выделяются педагогические условия следующих видов:

- когнитивные, относящиеся к интенсификации процесса обучения, предполагающие вариативность содержания;
- аксиологические, определяющие стимулирование мотивации, формирование ценностного отношения к процессу познания;
- праксиологические, ориентированные на развитие интеллектуальных способов познавательной деятельности, актуализирующих межличностные субъект-субъектные отношения участников образовательного процесса [19].

Принимая к сведению приведенные выше смыслы в понимании педагогических условий, рефлексируя свой педагогический опыт, в данном исследовании под педагогическими условиями формирования метакогнитивной компетентности будем понимать *целенаправленный выбор взаимосвязанных и взаимообусловленных компонент педагогической системы: содержания, организационных форм и методов обучения, способствующих формированию метакомпетентности обучающихся*.

Представленное определение педагогических условий предопределяет опору на системный подход в выборе педагогических условий, влияющих на все компоненты педагогических процессов.

При обосновании выбора педагогических условий развития метакомпетентности будем опираться на идеи гуманистической парадигмы образования и личностно ориентированной модели образования [20]. Конкретизируем базовые идеи личностно ориентированного подхода для их использования в исследовании проблемы формирования метакомпетентности магистрантов.

Во-первых, ценностью в личностно ориентированном образовании является обучающийся, а целью – создание условий для развития его потенциальных способностей и возможностей в образовательном процессе.

Во-вторых, обучающийся в личностно ориентированном образовании является субъектом образовательной деятельности [5].

Субъект представляется в исследовании как носитель активности, инициативная, деятельная и потому развивающаяся в процессе обучения личность. Субъект способен принимать решения и нести ответственность за него.

В рамках процесса формирования метакомпетентности обучающийся как субъект образовательной деятельности развивает у себя способность к анализу и построению собственных мыслительных стратегий познавательной деятельности (Д. Флейвел).

Важной характеристикой субъекта образовательной деятельности является его способность к рефлексии границ и результатов деятельности, которая является значимой компонентой метакомпетентности, позволяет выявлять продуктивные способы этой деятельности, добиваясь повышения ее результативности.

Рефлексивные способности обучающегося позволяют адекватно оценивать целесообразность способов познавательной деятельности, определять альтернативные варианты решения проблемы.

Резумируя сказанное выше относительно личностно ориентированного подхода как методологической основы исследования проблемы формирования метакомпетентности обучающегося, определим первое педагогическое условие результативности этого процесса: формирование метакомпетентности способствует реализации идей личностно ориентированного образования.

Для обоснования второго педагогического условия, которое связано с изменением содержательной компоненты в подготовке магистрантов, отметим сущностные характеристики формируемого личностного качества. Будем опираться в данном случае на структуру метакомпетентности и содержательное наполнение её компонент. Когнитивная компонента метакомпетентности, представленная в параграфе 1.1, предполагает наличие у магистранта, владеющего метакомпетентностью, знаний собственных интеллектуальных возможностей для решения определенных проблем, знания способов, этапов их разрешения, знаний оценки возможных рисков и способов поиска альтернативных решений. При этом метакомпетентность как компетентность, обладающая надпредметностью, не связанная со смысловым контекстом, включает в себя знания способов оценки своего эмоционального состояния и поддержки его творческого уровня. Анализ учебного плана и рабочих программ дис-

циплин подготовки магистрантов ряда направлений, реализуемых в Сибирском федеральном университете, показал, что в указанных документах нет дисциплин, ориентированных на формирование когнитивной составляющей метакомпетентности обучающихся, что позволяет выдвинуть второе педагогическое условие, состоящее в обогащении содержания магистерской подготовки учебным материалом, позволяющим сформировать у обучающегося когнитивную составляющую метакомпетентности.

Аналиируя сущности процессуально-деятельностной и результативно-оценочной компонент метакомпетентности, а также опираясь на её деятельностный характер, заключаем, что третье педагогическое условие должно обеспечить планирование, организацию и управление ходом познавательной деятельности в условиях решения проблемы при активизирующем мотивационно-ценностном отношении к метакомпетентности.

Таким образом, третьим педагогическим условием формирования метакомпетентности обучающихся в процессе магистерской подготовки является вовлечение обучающихся в специально организованную деятельность, формирующую процессуально-деятельностную и рефлексивно-оценочную компоненты.

Здесь необходимо отметить, что если второе педагогическое условие относилось к содержанию образования и отвечает на вопрос: «чему надо учить, чтобы формировалась метакомпетентность обучающихся?», то третье педагогическое условие отвечает на вопрос: «как надо учить?».

Обсуждая теоретические возможности реализации третьего педагогического условия формирования метакомпетентности обучающихся, естественно отметить необходимость перевода обучения на деятельностную основу, которая создает условия для творческой самореализации обучающегося посредством использования специальных педагогических технологий, активных деятельностных методов обучения, как отмечает академик О.Г. Смолянинова [21].

Ранее было отмечено, что формирование метакомпетентности обучающегося возможно, если он занимает субъектную позицию, которая характеризует его потребность в «самости» (самообразовании, самооценке и самоконтроле); его способность к целенаправленной, самостоятельной, ответственной деятельности; его способность анализировать свои действия, результаты деятельности и рефлексивно к ним относиться (Богоявленская Д.Б., Сериков В.В., Дулинец Т.Г., Осипова С.И., Якиманская И.С.).

Реализация положений личностно ориентированной модели образования, главным из которых является трактовка интересов обучающихся как приоритетных целей образования, становление его как субъекта образовательной деятельности, вовлечение в процесс самоактуализации, саморазвития и самореализации, возможна в процессе проектной деятельности. Именно проектная деятельность в своей процессуальной основе позволяет в самостоятельной поисковой деятельности учащегося формировать составляющие действия метакомпетентности. При этом формирование метакомпетентности обучающегося разворачивается поэтапно через педагогическую деятельность по:

- вовлечению в процесс порождения идеи, проектной инициативы;
- вовлечению в процесс разработки и реализации проекта;
- вовлечению в организацию рефлексии проектной деятельности [22].

Формированию метакомпетентности будет способствовать уровень сформированности проектной компетентности (способность к порождению идей проектной деятельности на основе анализа проблем, постановке целей, определению результатов и содержание деятельности по их достижению).

Результативность образовательного процесса в контексте формирования метакомпетентности обучающихся обеспечивается соблюдением дидактических принципов обучения, обуславливающих деятельность педагога и характер познавательной деятельности обучающихся и выражающих определенные закономерности обучения.

Важнейшими общедидактическими принципами обучения являются следующие: *научности, доступности, наглядности,* прочности, *систематичности и последовательности,* индивидуализации *и дифференциации, активности и сознательности*.

Принцип научности определяет содержание обучения с опорой на современный уровень научных знаний, объективные научные факты.

Принцип доступности предписывает целесообразность организации образовательного процесса в логической последовательности от известного к неизвестному, от легкого к трудному при усвоении новых знаний, умений, навыков.

Принцип наглядности – золотое правило дидактики, по Я.А. Коменскому, позволяющий привлекать различные органы чувств к восприятию учебного содержания,

максимально мобилизуя сензитивные способности обучающегося.

Принцип систематичности и последовательности определяет целесообразность построения содержания обучения в логической последовательности и системной связи его отдельных модулей.

Принцип индивидуализации и дифференциации опирается на особенности и способности обучающихся в выборе содержания, методов и средств обучения, на основе многообразия и многофункциональности образовательной среды.

Принцип активности и сознательности, определяющий необходимость развития рефлексирующей позиции в обучении.

Совокупность общедидактических принципов для организации образовательного процесса с целью формирования метакомпетентности обучающихся необходимо дополнить принципами, учитывающими специфическую сущность метакомпетентности. Первым из таких принципов является *принцип рефлексивности*, сочетающийся с общедидактическим принципом активности и сознательности, реализация которого позволит сохранять устойчивую мотивацию к повышению уровня метакомпетентности посредством оценки недостаточности её наличного уровня.

Другим дополнительным принципом, повышающим потенциал образовательного процесса в контексте формирования метакомпетентности является *принцип субъектности*, естественно соотнесенный с ориентацией личности на самоорганизацию, самообразование в условиях личностно ориентированного образования.

Учёт современных тенденций (трендов) развития цивилизации, а именно перехода к цифровому обществу, информатизации образования, использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, а также изменений в технике, технологии, появления новых знаний – обусловили дополнительные принципы организации образовательного процесса в контексте формирования метакомпетентности: информатизация и диалогизация образовательного процесса посредством использования интерактивных методов обучения и принцип опережающего обучения, ориентированный на формирование способности к осуществлению познавательной самообразовательной деятельности в условиях неопределенности независимо от сферы познания.

Выводы

Таким образом, теоретические исследования обоснования педагогических условий формирования метакомпетентности обучающихся позволяют сделать следующие выводы.

1. Педагогические условия, способствующие формированию определенного личностного качества, представляют собой изменения в педагогической системе, которые определяются проблемой исследования и относятся к изменениям в содержательной и процессуально-технологической компонентах образовательного процесса.

2. Формирование метакомпетентности субъекта образовательного процесса представляет собой непрерывный процесс целенаправленной педагогической деятельности, ориентированной на освоение обучающимися способов организации самообразования, саморазвития и самовоспитания на основе интеллектуальной рефлексии когнитивных процессов, их активного контроля и регуляции для достижения поставленной цели.

3. Формированию метакомпетентности субъекта образовательного процесса способствуют педагогические условия:

- реализация идей личностно ориентированного образования;
- обогащение содержания подготовки учебным материалом, позволяющим сформировать у обучающихся когнитивную составляющую метакомпетентности;
- вовлечение обучающихся в специально организованную познавательную деятельность, формирующую процессуально-деятельностную и рефлексивно-оценочную компоненты.

4. Результативность образовательного процеса в контексте формирования метакомпетентности обучающихся обеспечивается соблюдением общедидактических принципов (научности, доступности, наглядности, прочности, систематичности и последовательсти, индивидуализации и дифференциации, активности и сознательности), дополнительными принципами, учитывающими специфическую сущность метакомпетентности: принцип рефлексивности, субъектности, информатизации и диалогизации образовательного процесса, принцип опережающего обучения.

Список литературы

1. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка:100000 слов, терминов и выражений: [новое издание], под. общ. ред. Л.И. Скворцова. 28-е изд., переработ. М.: Мир и образование, 2015. 816 с.

2. Борытко Н.М. В пространстве воспитательной деятельности: монография. Волгоград: Переляж, 2001. 181 с.

3. Цитро М. Научно-технический процесс и воспитание молодежи // Советская педагогика. 1990. № 8. С. 71.

4. Андреев В.И. Педагогика: учебный курс для творческого саморазвития. 3-е изд. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. 608 с.

5. Осипова С.И., Приходько О.В. Педагогические условия развития речевой культуры студентов в образовательном процессе технического вуза. 2015. Ч. 23. С. 5196–5201.

6. Янченко И.В. Формирование карьерной компетентности студентов в профессиональном образовании: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.08. Красноярск, 2013. 23 с.

7. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. М., 2001. 720 с.

8. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный: свыше 136000 слов. В 2 т. Т. 2. П-Я. М.: Рус. язык, 2007. 1084 с.

9. Адольф В.А., Ильина Н.Ф. Инновационная деятельность педагога в процессе его профессионального становления. Красноярск: Поликом, 2007. 190 с.

10. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Оникс. 2010. 736 с.

11. Большая советская энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: http://bse/sci–lib.com (дата обращения: 13.06.2020).

12. Карпенко Л.А., Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Краткий психологический словарь. Ростов н/Д.: ФЕНИКС, 1998. С. 43.

13. Гапоненко А.Л. Стратегическое управление. М.: Омега-Л, 2010. 464 с.

14. Подласый И.П. Педагогика: учебник для СПО. 3-е изд. пер. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2018. 575 с.

15. Ипполитова Н.В., Стерхова Н.С. Анализ понятия «педагогические условия»: сущность, классификация / General and rofessional Education. 2012. № 1. С. 8–13.

16. Федякова И.А. Психолого-педагогические условия формирования субъектных свойств личности младшего школьника: материалы науч.-практ. конференции: Психология 21 века: теория, практика, перспективы. Пенза: Социосфера, 2011. С. 174–178.

17. Богус М.В. Дидактические условия формирования учебной деятельности младших школьников в условиях билингвизма (на примере адыго-русского двуязычия). Вестник Адыг. гос. ун-та. Сер. 3. Педагогика и психология. 2010. № 3. С. 101–129.

18. Шарабайко О.Г. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности специалиста. Научный анализ понятия // Вестник Полоцкого государственного университета. Педагогика. 2016. № 15. С. 29–34.

19. Иванова С.Г., Мачнева И.Ю., Минакова Т.В. Организация самостоятельной работы студентов по развитию иноязычной компетентности: учебно-методическое пособие. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2011. 195 с.

20. Педагогический словарь. [Электронный ресурс]. URL: http://studopedia.ru/17_126093_pedagogicheskiy-sloxar.htme (дата обращения: 06.08.2020).

21. Смолянинова О.Г., Савельева О.А., Доставалова Е.В. Компетентностный подход в системе высшего образования. Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2008. 196 с.

22. Краснорядцева О.М., Малкова И.Ю. Сетевой проект психолого-образовательного сопровождения вхождения молодежи в инновационную деятельность // Психология обучения. 2010. № 12. С. 89–98.

УДК 378.046.4

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Саитбаева Э.Р., Колганова М.В.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: esaitbaeva@mail.ru

В статье обоснована актуальность проблемы развития информационной компетентности педагога в системе дополнительного профессионального образования. Уточнены компоненты информационной компетентности педагога: психологическая готовность к использованию информационно-коммуникационных технологий; теоретическая готовность; методическая готовность; практическая готовность к использованию информационно-коммуникационных технологий. Они характеризуют: мотивы, цели, установки, рефлексию педагогом своей профессиональной деятельности сквозь призму глобальной информатизации образовательной сферы; наличие специальных знаний о возможностях информационно-коммуникационных технологий; знания и умения в области методики применения информационно-коммуникационных технологий; организаторские и коммуникативные умения, наличие практического опыта по использованию информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе. Спроектирована модель управления развитием информационной компетентности педагога в системе дополнительного профессионального образования, в которой выделены: стратегическая цель; стратегические задачи; состав мероприятий по подготовке мотивационного, кадрового, нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансово-экономического и материально-технического ресурсов вуза и общеобразовательной школы. Анализ предпосылок внедрения разработанной модели в Институте непрерывного образования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет» и МОАУ «Средняя общеобразовательная школа № 54 г. Оренбурга» выполнен с помощью методов стратегического анализа. Модель управления развитием информационной компетентности педагога в системе дополнительного профессионального образования апробирована в ходе опытно-экспериментальной работы в 2019–2020 гг. Описаны результаты изучения информационной компетентности педагогов до и после проведения эксперимента, подтверждающие эффективность разработанной модели управления. После эксперимента увеличилось число педагогов, находящихся на высоком и среднем уровне сформированности компонентов информационной компетентности, и существенно сократилось число педагогов, находящихся на низком уровне. Условиями формирования информационной компетентности педагогов стали специально подготовленные в системе дополнительного профессионального образования ресурсы образования.

Ключевые слова: информационная компетентность педагога, управление развитием информационной компетентности педагога, система дополнительного профессионального образования

MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION COMPETENCE OF A TEACHER IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION

Saitbaeva E.R., Kolganova M.V.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: esaitbaeva@mail.ru

The article substantiates the relevance of the problem of developing information competence of a teacher in the system of additional professional education. The components of the teacher's information competence have been clarified: psychological readiness to use information and communication technologies; theoretical readiness; methodical readiness; practical readiness to use information and communication technologies. They characterize: motives, goals, attitudes, reflection by the teacher of his professional activity through the prism of global informatization of the educational sphere; availability of special knowledge about the capabilities of information and communication technologies; knowledge and skills in the field of methods of application of information and communication technologies; organizational and communication skills, the presence of practical experience in the use of information and communication technologies in the educational process. A model for managing the development of information competence of a teacher in the system of additional professional education has been designed, in which the following are highlighted: a strategic goal; strategic objectives; the composition of measures for the preparation of motivational, personnel, regulatory, informational, scientific and methodological, financial, economic and material and technical resources of the university and secondary school. The analysis of the prerequisites for the implementation of the developed model at the Institute of Continuing Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State Pedagogical University» and MBOU «Secondary School No. 54 of Orenburg» was carried out using the methods of strategic analysis. The model for managing the development of a teacher's information competence in the system of additional professional education was tested in the course of experimental work in 2019-2020. The results of studying the information competence of teachers before and after the experiment are described, confirming the effectiveness of the developed management model. After the experiment, the number of teachers who are at a high and medium level of formation of information competence components increased, and the number of teachers at a low level significantly decreased. Resources specially prepared in the system of additional professional education became the conditions for the formation of information competence of teachers.

Keywords: informational competence of a teacher, management of the development of information competence of a teacher, system of additional professional education

В современном мире происходит процесс проникновения информационно–коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы жизнедеятельности человечества, в учебный процесс общеобразовательной школы и высшего педагогического учебного заведения. В условиях информатизации общества и образования подготовка специалистов, владеющих современными ИКТ, требует повышенного внимания. Данные аспекты нашли отражение в нормативных документах, регламентирующих деятельность системы образования и педагога: «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг.» [1]; квалификационных требованиях к педагогу [2–4].

Однако специальные исследования и опыт свидетельствуют о том, что многие педагогические работники не готовы к нововведениям в сфере информатизации образования, а система дополнительного профессионального образования (ДПО) не в полной мере способствует развитию информационной компетентности педагога.

Цель исследования: разработать и апробировать условия управления формированием информационной компетентности педагога в системе ДПО.

Задачи:

1. Уточнить сущность и структуру информационной компетентности педагога.

2. Определить потенциал системы ДПО в развитии информационной компетентности педагога.

3. Разработать модель управления развитием информационной компетентности педагога в системе ДПО.

4. Опытно-экспериментальным путем проверить эффективность разработанной модели в Институте непрерывного образования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет» (ИНО ОГПУ) и МОАУ «Средняя общеобразовательная школа (СОШ) № 54 г. Оренбурга».

Материалы и методы исследования

Для проектирования модели управления развитием информационной компетентности педагога и анализа предпосылок ее внедрения в ИНО ОГПУ и СОШ № 54 использованы метод «дерева целей» и SWOT-анализ. Для диагностики информационной компетентности педагогов использованы социологические методы: беседа, наблюдение, анкетирование.

В исследовании информационной компетентности педагогов приняли участие 35 педагогов СОШ № 54.

Мы рассматриваем информационную компетентность как интегративное личностное качество, обеспечивающее активное информационное взаимодействие педагога с обучающимися в условиях современной информационно-образовательной среды и включающее следующие компоненты: *психологическая готовность* к использованию ИКТ (мотивы, цели, установки, рефлексия своей профессиональной деятельности сквозь призму глобальной информатизации образовательной сферы); *теоретическая готовность* (наличие специальных знаний о возможностях ИКТ); *методическая готовность* (знания и умения в области методики применения ИКТ); *практическая готовность* к использованию ИКТ (организаторские и коммуникативные умения, наличие практического опыта по использованию ИКТ в образовательном процессе).

Исследования по проблемам информатизации образования [5–7] свидетельствуют о том, что вопросам подготовки педагогов к использованию ИКТ в системе ДПО в последние годы стало уделяться серьезное внимание.

Потенциал системы ДПО в развитии информационной компетентности педагога включает: применение компьютерных технологий при контроле знаний; использование компьютерных тренажеров и моделирование производственных ситуаций с помощью новейшего технического обеспечения; организацию дистанционного обучения, обеспечивающего персонализацию учебного процесса; создание информационно-образовательной среды; применение современных технических и аудиовизуальных средств и интенсивных методов обучения (мультимедиа, интерактивной доски и т.д.); использование цифровых образовательных ресурсов при реализации индивидуальной образовательной траектории слушателей и др. Многие из перечисленных возможностей уже используются в образовательном процессе организаций ДПО, однако не всегда эффективно, что говорит о необходимости целенаправленной работы по совершенствованию ресурсного обеспечения развития информационной компетентности педагога в системе ДПО.

Модель управления развитием информационной компетентности педагога в системе ДПО выполнена нами с использованием метода «дерева» целей (рис. 1).

Анализ предпосылок внедрения модели управления развитием информационной компетентности педагогов в ИНО ОГПУ и в СОШ № 54 был выполнен с помощью SWOT-анализа (таблица).

Результаты исследования и их обсуждение

Аналогичным образом выявлены слабые стороны СОШ № 54, представляющие собой риски для развития информационной компетентности педагогов. С учетом проведенного анализа внесены уточнения в модель управления развитием информационной компетентности педагога на уровне мероприятий, которые реализованы в ходе опытно-экспериментальной работы. Ей предшествовало диагностическое исследование уровня информационной компетентности педагогов СОШ № 54, которое выявило противоречие между реальным уровнем владения ИКТ большинством педагогов и требованиями профессионального стандарта. Было отмечено, что психологическая (мотивационная) готовность педагогов находится на уровне выше среднего, теоретическая и методическая готовность занимают среднюю позицию, а практическая готовность определяется уровнем ниже среднего (рис. 2).

Первым шагом в реализации модели стало создание *качественного мотивационного ресурса*. Хотя по психологическому (мотивационному) компоненту были получены хорошие показатели, мы старались показать педагогам привлекательность процесса информатизации образования и возможности информационной образовательной среды. В СОШ № 54 уточнены критерии начисления стимулирующей части фонда оплаты труда для поощрения педагогов, реализующих ИКТ (соответствие содержания учебных программ тенденциям информатизации общества и образования; внедрение новых ИКТ в педагогическую деятельность; формирование у обучающихся умений в овладении средствами информатики; ведение персонального блога); определены возможности разовых премий за конкретные результаты деятельности педагога; уточнены способы морального стимулирования, признания профессиональных заслуг перед коллегами, педагогическим сообществом региона, обучающимися.

На следующем этапе велась работа над совершенствованием *нормативно-правового ресурса*, в том числе уточнены должностные инструкции педагогов СОШ № 54, закрепляющие права и ответственность педагогов в создании и развитии информационной образовательной среды ОО.

Анализ внутренней среды ИНО ОГПУ

Сильные стороны	Слабые стороны
– разработаны нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность по разработке основных и дополнительных профессиональных образовательных программ, функционирование электронной информационной образовательной среды (ЭИОС) вуза, должностные инструкции ППС; – квалифицированный состав ППС; большинство педагогов прошли курсы повышения квалификации по проблеме «Основы проектирования ЭИОС в системе Moodle»; – проведение на базе ОГПУ Международной научно-практической конференции «Мотивирующая цифровая среда как тренд современного образования» (24–25.10.2019 г., г. Оренбург); – наличие в университете стажерских площадок на базе образовательных организаций (ОО) региона по демонстрации возможностей образовательной платформы «Мобильное электронное образование», образовательных ресурсов портала «Я-класс», сервисов «Яндекс. Учебник»; – использование в образовательном процессе электронного обучения в системе Moodle; разнообразных методов донесения учебной информации (аудио/видеотрансляции, аудио/видеоконференции, интернет-конференции, интернет-трансляции, smart-технологии и др.); – сайт выстроен в соответствии с требованиями ФЗ-273; создан информационный центр; имеется локальная сеть; высокоскоростной доступ к интернету; – ИНО ОГПУ оснащен тремя стационарными компьютерными классами; в наличии два мобильных компьютерных класса; – выделяются средства на повышение квалификации ППС, на закупку оборудования и программного обеспечения	– должностные инструкции ППС требуют уточнения в соответствии с новыми задачами по цифровизации образования, с функциями, выполняемыми в рамках электронного мониторинга, с требованиями информационной открытости и информационной безопасности обучающихся; – требуют уточнения критерии начисления стимулирующей части фонда оплаты труда, которые пока не связаны с информационной компетентностью ППС, их деятельностью по обеспечению функционирования ЭИОС; – уровень информационной компетентности ППС, особенно предпенсионного и пенсионного возраста, недостаточен; отмечаются случаи профессионального выгорания; – отсутствует методика объединения локальных дистанционных технологий в одну систему; недостаточное использование компьютерного тестирования; недостаточное количество дистанционных курсов повышения квалификации; – техническая оснащенность и программное обеспечение нуждаются в обновлении; количество мобильных компьютерных классов недостаточно; – требуются дополнительные средства на развитие современной информационной среды

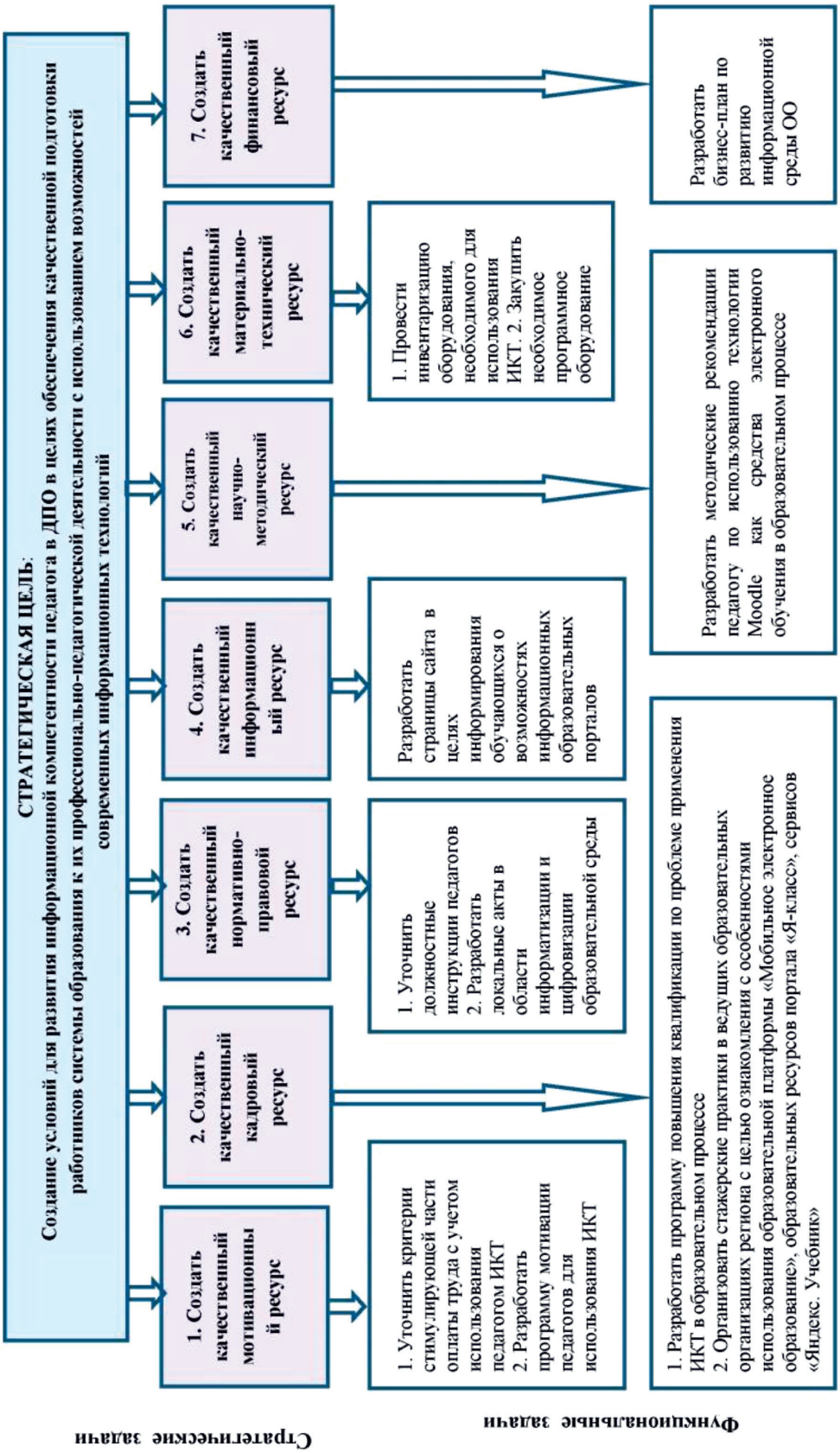


Рис. 1. Модель управления развитием информационной компетентности педагога в сиситеме ДПО

Разработаны локальные акты в области информатизации и цифровизации образовательной среды, в том числе «Положение об электронной информационно-образовательной среде школы»; «Положение о сайте (блоге) педагога школы».

Так, например, «Положение о сайте (блоге) педагога школы» определяет назначение, принципы построения и структуру информационных материалов, размещаемых на сайте (блоге) педагога, а также регламентирует технологию их создания и функционирования. Сайт (блог) педагога обеспечивает официальное представление информации о нем, его профессиональной деятельности в сети Интернет с целью расширения рынка образовательных услуг, организации электронного обучения, оперативного ознакомления обучающихся, социальных партнеров и других заинтересованных лиц с образовательной деятельностью педагога. Пользователем сайта (блога) педагога может быть любое лицо, имеющее технические возможности выхода в интернет. Кроме того, персональный сайт (блог) педагога является инструментом оценки и самооценки его профессионально-личностного роста, используемым наряду с традиционными способами оценки достижений педагога.

Кадровый ресурс. В ИНО ОГПУ разработана и реализована программа повышения квалификации педагогов в области применения в образовательном процессе ИКТ, которая предполагала проведение трехнедельных курсов с использованием дистанционных технологий с обязательными очными трехдневными тренингами. По итогам курсовой подготовки педагоги представляли на защиту разработанные ими электронные учебные курсы (проекты) по преподаваемому предмету, качество исполнения которых выступало критериями результативности обучения.

Совершенствование *информационного ресурса* включало проведение на базе ИНО ОГПУ 24–25 октября 2019 г. Международной научно-практической конференции «Мотивирующая цифровая среда как тренд современного образования», в мероприятиях которой (пленарное заседание с участием представителей цифровых образовательных ресурсов «Яндекс. Учебник», «Мобильное электронное образование», «Я-класс»; международный вебинар с г. Минском «Цифровые технологии в современном образовании»; уроки и мастерские на стажерских площадках: МОАУ СОШ № 35 г. Оренбурга, школа «Экодолье») приняли участие свыше 500 педагогов региона и 80 студентов ОГПУ. Авторами статьи на конференции был представлен доклад «Модель развития информационной компетентности педагога».

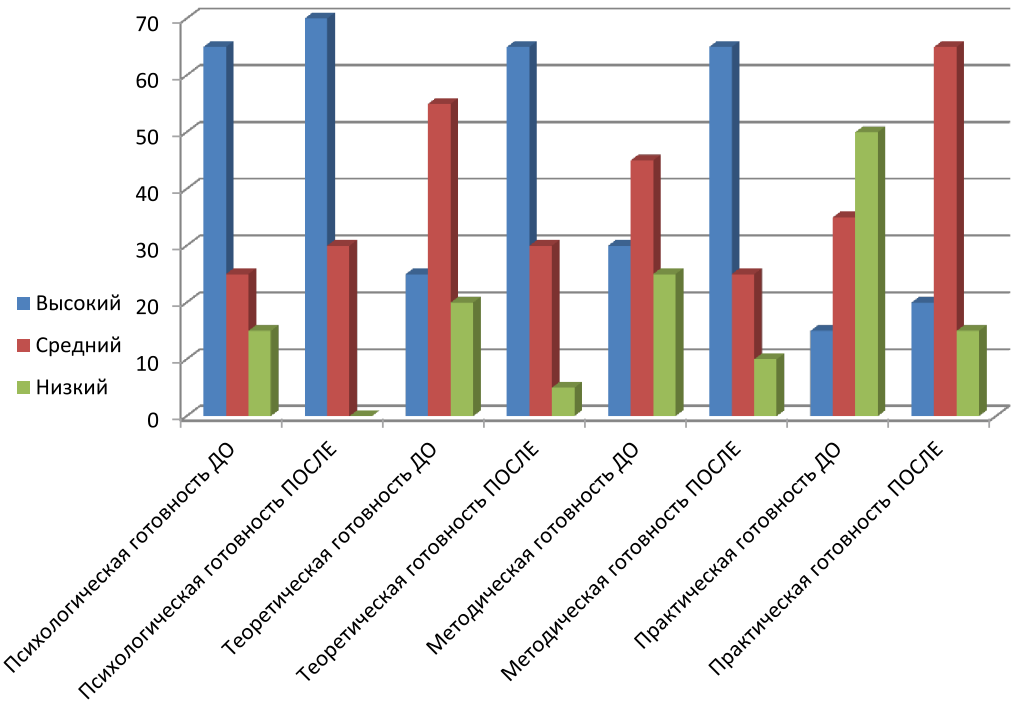


Рис. 2. Динамика уровней развития информационной компетентности педагогов

Еще одним важным мероприятием стал научно-практический семинар «Цифровая грамотность современного педагога», проведенный в ИНО ОГПУ 4 декабря 2019 г., на котором рассматривались вопросы реализации регионального проекта «Цифровая образовательная среда»; возможности использования цифровой образовательной среды для детей с ОВЗ.

В рамках совершенствования *научно-методического ресурса* в СОШ № 54 были разработаны методические рекомендации по использованию технологии Moodle в образовательном процессе. Методические рекомендации были сформированы в виде скринкаста, что обеспечило наглядность информации и ее лучшее усвоение.

Кроме того была проведена работа по реализации бизнес-планов и наращиванию материально-технической базы информатизации образовательного процесса в СОШ № 54 и ИНО ОГПУ.

Заключение

По итогам защиты электронных учебных курсов сделаны выводы о положительной динамике уровней информационной компетентности педагогов (рис. 2).

Положительные изменения сформированности информационной компетентности педагогов, зафиксированные в ходе опытно-экспериментальной работы, позволяют сделать вывод об эффективности разработанной модели управления развитием информационной компетентности педагогов в системе ДПО.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/ (дата обращения: 01.10.2020).

2. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 14.08.2009 № 593 «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90920/ (дата обращения: 01.10.2020).

3. Приказ Министерства труда и соцзащиты РФ от 8 сентября 2015 г. № 608н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования». [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/news/1/1344 (дата обращения: 01.10.2020).

4. Приказ Министерства труда и соцзащиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)». [Электронный ресурс]. URL: http://www.rg.ru/2013/12/18/pedagog-dok.html (дата обращения: 01.10.2020).

5. Бугрова О.В. Развитие информационной компетентности учителя в условиях дополнительного профессионального образования: перспективы исследования // Педагогическое образование в России. 2018. № 1. С. 166–170.

6. Газимагомедова А.О. Концепция развития информационно-коммуникативной компетентности педагога в системе повышения квалификации // Казанский педагогический журнал. 2018. № 2 (127). С. 89–92.

7. Темербекова А.А. Формирование информационной компетентности учителя в региональной системе дополнительного профессионального образования: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2009. 40 с.

УДК 373.2

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОЯВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ В ДВИГАТЕЛЬНО-ИГРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

[1]Серых Л.В., [2]Кондаков В.Л., [1]Богачева Е.А.

[1]Областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Белгородский институт развития образования», Белгород, e-mail: seryh_lv@beliro.ru, bogacheva_ea@beliro.ru;

[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: kondakov@bsu.edu.ru

В статье рассматриваются результаты проявления социальных навыков старших дошкольников в двигательно-игровой деятельности. Критерии и показатели проявления социальных навыков определялись на основе изучения, анализа, сопоставления результатов современных исследований в области социализации дошкольников в двигательно-игровой деятельности. Авторами предложены и апробированы следующие критерии: «владение способами двигательных действий», «умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности». Результаты исследования на выборке старших дошкольников (625 человек), посещающих детские сады Белгородской области, показали, что менее 50% старших дошкольников имеют оптимальный и допустимый уровни развития социальных навыков в двигательно-игровой деятельности. Кроме того, в исследовании отмечается, что у старших дошкольников на данной ступени возрастного развития гендерные отличия в проявлении данного критерия не наблюдаются. Причинами недостаточного проявления социальных навыков старших дошкольников могут являться доминирование обучающего компонента в режиме дня дошкольной образовательной организации («действия по образцу», повторение действий за взрослым); недостаточное педагогическое обеспечение самостоятельной двигательной деятельности, в том числе со спортивным оборудованием и предметами; недостаточное использование педагогами развивающего потенциала спортивного оборудования, что проявляется в отсутствии интереса у детей к самостоятельному его использованию.

Ключевые слова: социализация, социальные навыки, диагностика, двигательно-игровая деятельность, взаимодействие дошкольников

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF MANIFESTATION OF SOCIAL SKILLS OF OLDER PRESCHOOLERS IN MOTOR AND GAME ACTIVITIES

[1]Serykh L.V., [2]Kondakov V.L., [1]Bogacheva E.A.

[1]Regional State Autonomous Educational Institution of Advanced Professional Education «Belgorod Institute of Educational Development», Belgorod, e-mail: seryh_lv@beliro.ru, bogacheva_ea@beliro.ru;

[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod State National Research University», Belgorod, e-mail: kondakov@bsu.edu.ru

The results of the manifestation of social skills of older preschoolers in motor and game activities are considered in the article. Benchmarks and indicators for the manifestation of social skills were determined based on the study, analysis, and comparison of the results of modern research in the field of socialization of preschool children in motor and game activities. The authors proposed the following benchmarks: «knowledge of the methods of motor actions», «ability to interact with peers in the process of motor and game activity». The results of a study on a sample of older preschoolers (625 people) attending kindergartens in the Belgorod region showed that less than 50% of older preschoolers have optimal and acceptable levels of development of social skills in motor and play activities. In addition, the study notes that gender differences in older preschoolers at this stage of age development in the manifestation of these criteria are not observed. Reasons for the lack of social skills older preschoolers may be dominance training component mode day of preschool educational organizations («action sample», the repetition of actions for adults); lack of pedagogical support of self-propulsion activities, including sports equipment and items; insufficient use by teachers of educational potential of sports equipment, which is manifested in the lack of interest in children for independent use.

Keyword: socialization, social skills, diagnostics, motor and play activities, interaction of senior preschool children

В современном мире социализация детей и молодежи – это феномен, который привлекает внимание педагогов, родителей, исследователей своей сложностью, высокой степенью неопределённости и разнообразием форм.

В контексте изменений современного детства, снижения показателей активности, самостоятельности, социальной компетентности дошкольников особый интерес вызывают возможности целенаправленного формирования социальных навыков дошкольников в двигательно-игровой деятельности.

Успешность социализации растущего человека напрямую связана с уровнем

сформированности его социальных навыков. К социальным навыкам относят набор способов и приемов социального взаимодействия, которыми человек овладевает на протяжении жизненного пути и пользуется для жизни в обществе [1]. При этом исследователи подчеркивают, что формирование социальных навыков у ребенка дошкольного возраста происходит в активной деятельности, которая определяет его личные интересы [2].

Исследованием проблем ранней социализации в двигательной деятельности занимались зарубежные ученые S. Iivonen, A. Sääkslahti & K. Nissinen, F. Perrotta, A. Pannelli [3, 4]. Они отмечали, что спортивные занятия и игры помогают детям овладевать бегом, прыжками, навыками ловли и броска мяча более эффективно и в большем соответствии их потребностям, чем специальные упражнения на тренажерах, направленные на автоматизацию двигательных действий. Учитывая высокую социализирующую функцию подвижных и спортивных игр, отечественные исследователи А.А. Горелов, Л.Н. Волошина, В.Т. Кудрявцев доказывали их положительное влияние на наращивание потенциала чувственного восприятия, двигательных паттернов, навыков и моторики в целом. Все это составляет основу двигательного опыта, крайне необходимого в жизнедеятельности человека.

В ряде отечественных и зарубежных исследований указывается на то, что подвижная игра является одним из механизмов адаптации и первичной социализации ребенка. В игре все элементы функционально связаны между собой, что позволяет ребенку двигаться от репродуктивного действия к творческому. Исследователи подчеркивают, что период ранней социализации определяется направленностью на двигательно-игровую деятельность. Игра влияет на формирование необходимых для жизни физических качеств и двигательного опыта, служит средством трансляции ценностных и гендерных установок, норм и правил поведения [5].

В процессе двигательных игр с родителями младенцы имеют возможность выразить себя уже в самом раннем возрасте. Расширение социальных контактов находится в прямой зависимости от способности ребенка первых двух лет к перемещению в пространстве (ползание, ходьба и т.п.), способность к координированным действиям рук и ног – это предпосылка для деятельного взаимодействия с окружающими и освоения элементарного труда, самообслуживания, творчества и т.д.

В педагогической науке накоплен значительный объем научной информации, доказывающей важность и значимость именно двигательно-игровой деятельности в процессе социализации и формирования социальных навыков.

На наш взгляд, в современной образовательной практике и семейном воспитании недостаточно реализуется ресурс двигательно-игровой деятельности в формировании социальных навыков дошкольников.

Вытеснение виртуальной реальностью подвижных игр и «живого общения» из пространства современного детства приводит к дисгармонии в личностном развитии детей, отрицательно сказывается на формировании социальных навыков [6]. Это обусловливает актуальность исследования на социально-педагогическом, научно-методическом уровнях.

Цель нашего исследования – определить уровни проявления социальных навыков старших дошкольников в двигательно-игровой деятельности.

Материалы и методы исследования

Изучение проявления социальных навыков в двигательно-игровой деятельности проводилось на выборке старших дошкольников, посещающих детские сады Белгородской области; общая выборка составила 625 человек (313 девочек и 312 мальчиков). Критерии и показатели социальных навыков определялись на основе изучения, анализа, сопоставления результатов современных исследований в области социализации дошкольников в двигательно-игровой деятельности.

Основываясь на исследовании развития двигательно-игрового опыта старших дошкольников посредством спортивных игр [7], нами были определены следующие критерии, показатели и методики изучения и оценки уровня проявления социальных навыков дошкольников в двигательно-игровой деятельности (таблица).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты диагностики по критерию «Владение способами игровых действий» показали, что на данной выборке старших дошкольников оптимальный уровень имеют 22,43 % (70) мальчиков и 23,96 % (75) девочек (рис. 1). Они на творческом уровне используют предметы – мячи, обручи, скакалки, создают свои движения с предметами, активно взаимодействуют с другими детьми, объединяясь в пары и микрогруппы.

Критерии, показатели и методики оценки уровня проявления социальных навыков старших дошкольников в двигательно-игровой деятельности

Критерий	Показатели	Методики
Владение способами двигательных действий	– разнообразие и качество движений; – самостоятельность двигательных действий	Наблюдение за детьми в процессе двигательно-игровой деятельности (по В.А. Шишкиной, М.Н. Дедулевич)
Умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности	– умение договариваться со сверстниками; – умение планировать совместные действия; – умение давать оценку результатов игровых действий	Наблюдение за игрой «Где мы были, мы не скажем, а что видели, покажем» (авторская методика Л.Н. Волошиной)

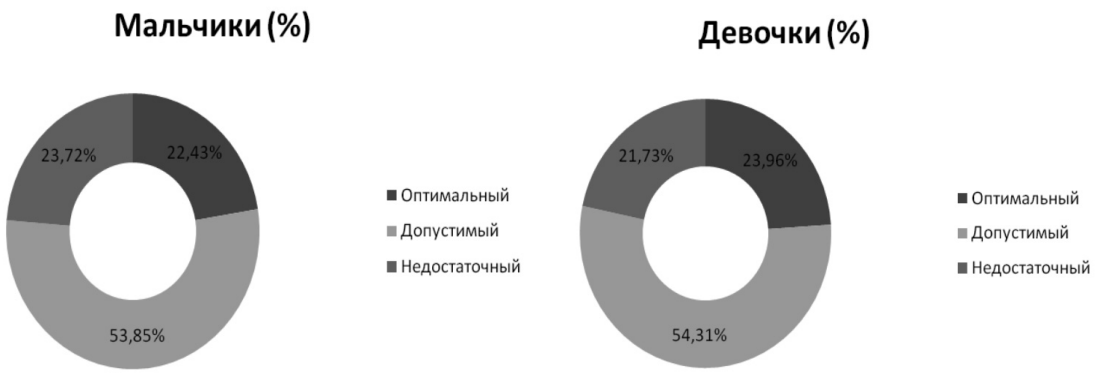


Рис. 1. Уровни владения способами двигательных действий

Необходимо отметить, что допустимый уровень закономерно превышает оптимальный. Он выявлен у более чем половины дошкольников: 53,85% (168) мальчиков и 54,31% (170) девочек. Эти дети в процессе игры допускали ошибки в обращении с мячом, скакалкой, обручем или другим игровым инвентарем, выбранным ребенком для самостоятельной двигательно-игровой деятельности, либо дошкольники не стремились к длительным совместным играм с другими детьми.

Недостаточный уровень, который характеризуется однообразностью движений, копированием движений товарищей, неуверенностью, отсутствием интереса к подвижным играм и общению со сверстниками в соответствующей игровой деятельности, обнаружили 23,72% (74) мальчиков и 21,73% (68) девочек.

Для изучения статистической значимости различий показателей, представленных данных по критерию «Владение способами игровых действий» двух сравниваемых групп (мальчики/девочки) при заданном количестве участников, по U-критерию Манна – Уитни, были выдвинуты две гипотезы: гипотеза H_0 о том, что нет различия между группами мальчиков и девочек при выборе разнообразия движений, и гипотеза H_1 – о наличии различий между группами мальчиков и девочек при выборе разнообразия движений. Статистическая обработка по U-критерию Манна – Уитни двух групп дошкольников – 60 девочек и 60 мальчиков, выбранных ранжированием по результатам критерия «Владение способами двигательных действий», вычислялась по следующей формуле:

$$U_{\text{эмп}} = (N_1 * N_2) + \frac{Nx(Nx+1)}{2} - T_x,$$

где N_1 – количество испытуемых в первой выборке, N_2 – количество испытуемых во второй выборке, T_x – большая из ранговых сумм, N_x – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов.

$$U_{\text{эмп}} = (60*60) + \frac{60(60+1)}{2} - 3902{,}5 = 1527{,}5.$$

Определение критического значения для соответствующих n_1 и n_2 ($n_1 = 60$ и $n_2 = 60$) показало, что

$$U_{\text{кр}} = \begin{Bmatrix} 1486 \ (p \le 0{,}05) \\ 1356 \ (p \le 0{,}01) \end{Bmatrix}.$$

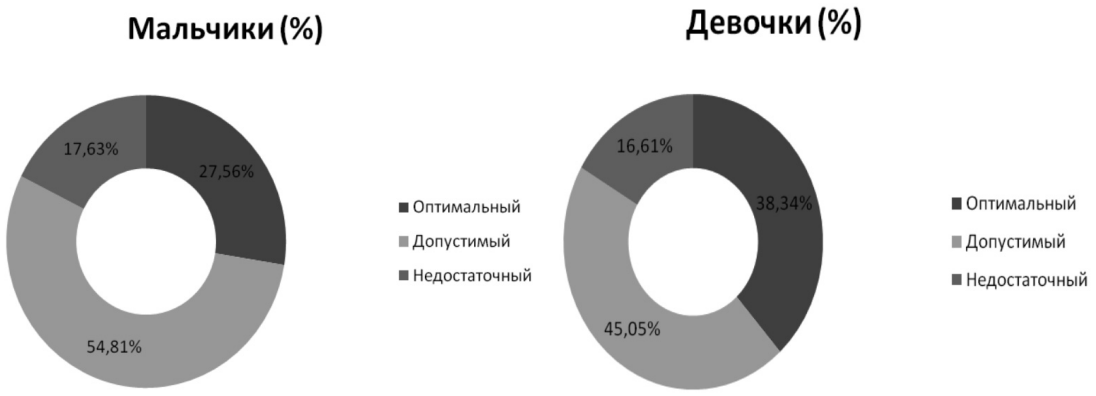


Рис. 2. Уровни взаимодействия со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности

Различия между двумя выборками можно считать значимыми ($p < 0,05$), если $U_{эмп} \leq U_{0,05}$, и тем более достоверными ($p < 0,01$), если $U_{эмп} \leq U_{0,01}$.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что $U_{эмп} > U_{кр}$, принимается гипотеза H_0, следовательно, можно считать различия между группами мальчиков и девочек при выборе разнообразия движений незначимыми. Это дает основание сделать вывод, что на данной ступени возрастного развития гендерные отличия в проявлении критерия «Владение способами игровых действий» не наблюдаются.

С целью определения уровня взаимодействия старших дошкольников в выполнении игровых заданий, умения договариваться и планировать совместные действия, давать оценку результатов игровых действий, была использована методика Л.Н. Волошиной [8]. В течение 15 мин проводилось наблюдение за игрой «Где мы были, мы не скажем, а что видели, покажем». Детям давалось задание: отразить деятельность, которую можно увидеть на стадионе, спортивной площадке, в спортивном зале, бассейне; и в воображаемой ситуации представить другой команде имитацию действий в конкретной ситуации по договоренности. Затем проводилась беседа «Как мы играли», где дети оценивали выполнение последовательности игровых действий и их образность, учитывалась самооценка ребенком своих игровых действий и игровой роли.

Результаты диагностики по критерию «Умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности» показали, что на данной выборке старших дошкольников оптимальный уровень имеют 27,56% (86) мальчиков и 38,34% (120) девочек (рис. 2). Дети легко входят в контакт, действия достаточно последовательно воссоздают реальную логику и направлены к другим персонажам игры. В двигательной деятельности дети активны и инициативны.

Допустимый уровень выявлен у 54,81% (171) мальчиков и 45,05% (141) девочек. В процессе игры дети на первый план выдвигали соответствие игровым правилам, т.е. отсутствовала инициативность. Логика игрового действия детей определялась жизненной последовательностью. Игровые роли в двигательной деятельности детьми не назывались, не всегда соблюдались правила взаимодействия.

Недостаточный уровень обнаружили 17,63% (55) мальчиков и 16,61% (52) девочек. Дети в двигательно-игровой деятельности были невнимательны, малоактивны, мало общались со сверстниками. Игровые действия были однообразны, логика игры легко нарушалась.

Для изучения статистической значимости различий показателей по критерию «Умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности», представленных данных анализа результатов наблюдения и оценки уровня взаимодействия в игровых ситуациях двух сравниваемых групп при заданном количестве участников, по U-критерию Манна – Уитни, были выдвинуты две гипотезы: гипотеза H_0 о том, что нет различия между группами мальчиков и девочек при взаимодействии в игровой ситуации, и гипотеза H_1 – о наличии различий между группами мальчиков и девочек при взаимодействии в игровой ситуации. Статистическая обработка по U-критерию Манна – Уитни двух групп дошкольников 60 девочек и 60 мальчиков, выбранных ранжированием по результату по критерию «Умение взаи-

модействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности», вычислялась по следующей формуле:

$$U_{эмп} = (N_1 * N_2) + \frac{Nx(Nx+1)}{2} - T_x,$$

где N_1 – количество испытуемых в первой выборке, N_2 – количество испытуемых во второй выборке, T_x – большая из ранговых сумм, N_x – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов.

$$U_{эмп} = (60*60) + \frac{60(60+1)}{2} - 3887{,}5 = 1542{,}5.$$

Определение критического значения для соответствующих n_1 и n_2 ($n_1 = 60$ и $n_2 = 60$) показало, что

$$U_{кр} = \begin{Bmatrix} 1486 \ (p \le 0{,}05) \\ 1356 \ (p \le 0{,}01) \end{Bmatrix}.$$

Различия между двумя выборками можно считать значимыми ($p < 0{,}05$), если $U_{эмп} \le U_{0{,}05}$, и тем более достоверными ($p < 0{,}01$), если $U_{эмп} \le U_{0{,}01}$.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что $U_{эмп} > U_{кр}$, принимается гипотеза H_0, следовательно, можно считать различия между группами мальчиков и девочек при взаимодействии в игровой ситуации незначимыми. Следовательно, на данной ступени возрастного развития гендерные отличия в проявлении критерия «Умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности» не наблюдаются.

Выводы

Целенаправленная работа по обеспечению социализации дошкольников требует организации диагностики по выявлению уровня проявления социальных навыков в двигательно-игровой деятельности. Результаты диагностики по критерию «Владение способами игровых действий» показали, что у 23,2% старших дошкольников выявлен оптимальный уровень, у 54,1% – допустимый уровень, 22,7% детей характеризуются недостаточным уровнем по данному критерию. Необходимо отметить, что по критерию «Умение взаимодействовать со сверстниками в процессе двигательно-игровой деятельности» у 32,9 старших дошкольников выявлен оптимальный уровень; у 49,9% – допустимый уровень; недостаточный уровень обнаружили 17,1%. По данным критериям гендерные различия между группами мальчиков и девочек незначительные ($p < 0{,}05$ по U-критерию Манна – Уитни).

Оценка уровня проявления социальных навыков старших дошкольников в двигательно-игровой деятельности свидетельствует о наличии проблем в процессе социализации старших дошкольников в двигательно-игровой деятельности. Мы полагаем, что причинами этого является недостаточное использование в образовательном процессе игровых программ и технологий, направленных на социализацию дошкольников в двигательно-игровой деятельности; доминирование обучающего компонента в режиме дня детского сада («действия по образцу», повторение действий за взрослым, недостаточное педагогическое обеспечение самостоятельной двигательной деятельности, в том числе с предметами); недостаточное использование педагогами развивающего потенциала спортивного оборудования, что проявляется в отсутствии интереса у детей к самостоятельному его использованию.

Статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-013-00752 «Технология социализации детей дошкольного возраста в двигательно-игровой деятельности».

Список литературы

1. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь: для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2005. С. 140.

2. Бояркина Л.Ю. Социализация и индивидуализация растущего человека в процессе подвижной игровой деятельности и двигательной активности // Социализация растущего человека в контексте прогрессивных научных идей XXI века: социальное развитие детей дошкольного возраста: сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары: ЦНС Интерактив плюс. 2015. С. 110–115.

3. Perrotta F., Pannelli A. Motor training and benefits for children, the future of mankind: Physical activity – Taught specific to children. Journal Sport Science, 2014. № 20 (7). P. 24–26.

4. Iivonen S., Sääkslahti A., Nissinen K. The development of fundamental motor skills of four to five year old preschool children and the effects of a preschool physical education curriculum. Journal Child developmtnt and Care. 2011. № 26 (5). P. 335–343.

5. Репринцева Г.А. Модель комплексного сопровождения развития игровой деятельности дошкольников // Вестник педагогических инноваций. 2018. № 1 (49) С. 41–48.

6. Волошина Л.Н., Панасенко О.Г., Галимская О.Г. Моделирование процесса целостной социализации-индивидуализации дошкольников в физкультурно-оздоровительной деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 12–5. С. 855–859.

7. Галимская О.Г. Формирование двигательно-игрового опыта старших дошкольников посредством спортивных игр: автореф. дис. … канд. пед. наук. Тамбов, 2017. 24 с.

8. Волошина Л.Н., Курилова Т.В. Играйте на здоровье! Физическое воспитание детей 3–7 лет: программа, конспекты занятий, материалы для бесед, методика обучения в разновозрастных группах. М.: Вентана-Граф, 2015. 224 с.

УДК 372.853

СИСТЕМА РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ ПО ОБУЧЕНИЮ УЧАЩИХСЯ МЕТОДУ ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ ЗАДАЧИ

Тишкова С.А., Стефанова Г.П., Степанович Е.Ю., Коломин В.И.

Астраханский государственный университет, Астрахань, e-mail: svetatish70@mail.ru, stefanowa.galina@yandex.ru, stepekyr1@mail.ru, kolominagu@mail.ru

В статье описывается система работы учителя по обучению учащихся обобщенному методу построения физической модели ситуации задачи. Применение физических знаний на практике в первую очередь происходит при решении задач. Целью представленного исследования является обсуждение вопросов методики обучения учащихся построению физической модели ситуации, описанной в задачах с практико-ориентированным условием. В федеральном государственном образовательном стандарте по физике для средней школы умение моделировать отнесено к универсальным учебным действиям. Поэтому обучение учащихся моделированию ситуации, описанной в физической задаче, является актуальной проблемой. Работа базируется на деятельностном подходе к обучению физике. Усвоение метода организуется в соответствии с теорией планомерного формирования умственных действий и понятий П.Я. Гальперина и этапами учебного процесса, выделенными Н.Ф. Талызиной. Согласно данной теории действия метода должны быть выделены самими учащимися, каждое действие должно стать предметом усвоения. В публикации раскрыто содержание обобщенного метода построения физической модели ситуации задачи, указаны трудности, которые возникают при выполнении каждого действия метода, показана методика обучения учащихся данному методу. Показана необходимость и возможность обучения школьников данному методу. Приведены преимущества обучения учащихся обобщенному методу построения физической модели при решении задач. Данная методика может быть использована при обучении решению задач по физике не только в школах, но и в средних и высших учебных заведениях.

Ключевые слова: обобщенный метод, система работы учителя, решение задач, физическая модель, задача-проблема

SYSTEM OF THE TEACHER'S WORKIN TEACHING TO STUDENTS THE METHOD OF BUILDING PHYSICAL MODEL OF SITUATION IN PROBLEM-SOLVING

Tishkova S.A., Stefanova G.P., Stepanovich E.Yu., Kolomin V.I.

Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: svetatish70@mail.ru, stefanowa.galina@yandex.ru, stepekyr1@mail.ru, kolominagu@mail.ru

The article describes a system of teacher's work on teaching the generalized method for building a physical model of the problem situation to students. Physical knowledge is primarily applied in problem solving. The aim of the presented research is to discuss the questions of the methodology for teaching students to build a physical model of the situation described in the tasks with a practice-oriented condition. In the federal state educational standard in physics for high school, the ability to model is attributed to universal educational activities. Therefore, teaching students to model the situation described in a physical problem is an urgent problem. The work is based on the activity approach in teaching physics. The method is learnt in accordance with the theory of systematic formation of mental efforts and notions of P.Ya. Galperin and the educational process stages, defined by N.F. Talyzina. According to this theory, the actions of the method should be highlighted by the students themselves, each action should become the subject of assimilation. The paper details the content of the generalized method for building a physical model of the problem situation, points out some difficulties that arise when passing each stage of the method and shows some techniques for teaching the method to students. The necessity and possibility of teaching this method to schoolchildren is clearly demonstrated. The final part of the paper presents advantages of teaching the generalized method for building a physical model of the problem situation to students. This technique can be used in teaching solving physics problems not only in schools, but also in secondary and higher educational institutions.

Keywords: generalized method, teacher's system of work, problem-solving, physical model, case-specific problem

При обучении физике основным дидактическим средством являются физические задачи. Одна из основных целей, сформулированных в образовательном стандарте, состоит в том, что школьники должны научиться решать задачи на применение изученных физических законов, использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. В физике, как и в любой науке, законы и явления изучаются на идеализированных моделях. Например, в механике вводится понятие материальной точки, в молекулярной физике – идеальный газ и т.д. В физических же задачах описываются явления, происходящие в конкретных ситуациях, условие содержит реальные объекты, поэтому необходимо научить учащихся переводить описание физического явления в заданной ситуации на физический язык. Другими словами, нужно научить учащихся заменять объект, о котором идет речь в задаче,

идеализированным объектом, а его свойства, воздействие на него другого объекта, условия, при которых происходит это воздействие, выражать на языке физических величин.

Целью представленного исследования является обсуждение вопросов методики обучения учащихся построению физической модели ситуации, описанной в задачах с практико-ориентированным условием. Анализ задач по физике в существующих сборниках показал, что задач с физическим содержанием недостаточно. Авторы задачников редко предлагают практически значимые задачи (задачи-проблемы), которые побуждают человека применять физические знания в реальной ситуации. Однако в последнее время появляется все больше задач, требующих построения физической модели ситуации. Такие задания даются на олимпиадах по физике различного уровня, предлагаются учащимся и на едином государственном экзамене [1, 2].

Материалы и методы исследования

Выделим отличительные признаки задач с практико-ориентированным условием и назовём их задачами-проблемами:

– в тексте задач-проблем описываются конкретные ситуации, в которых протекают физические явления. К таким ситуациям относятся те, которые ученик должен представить и как бы стать соучастником описываемого в тексте события;

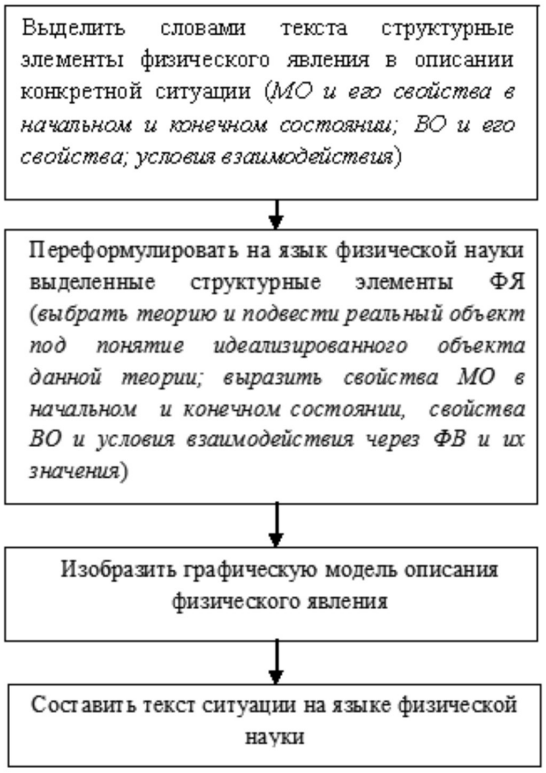
– задача-проблема должна быть значимой для человека. При этом в требовании задачи указывается вопрос, который для человека является жизненным, практически значимым.

Чтобы овладеть деятельностью по созданию физической модели ситуации любой физической задачи-проблемы необходимо выделить содержание этой деятельности в виде логической последовательности обобщенных действий.

Нами разработан обобщенный метод построения физической модели ситуации, который состоит из следующих действий [3] (рисунок).

Действия, входящие в содержание обобщенного метода составления физической модели ситуации задачи, связаны с определенными знаниями и должны быть сформированы у учащихся одновременно с ними, по мере их изучения [4].

Недостаточно просто владеть действиями, входящими в содержание обобщенного метода. Необходимо сделать так, чтобы этот метод стал стилем мышления учащихся, чтобы они руководствовались им при рассмотрении любой конкретной ситуации.



Блок-схема содержания деятельности построения физической модели ситуации, где МО – материальный объект, ВО – воздействующий объект, ФВ – физические величины

Обучение школьников этой деятельности будет успешно осуществляться в том случае, если, во-первых, учитель физики сам научится планировать свои действия по построению физической модели ситуации при решении конкретных задач в различных темах школьного курса физики. Во-вторых, будет владеть методикой обучения учащихся обобщенному методу решения задач в конкретных темах курса физики на основе психолого-педагогической теории П.Я. Гальперина [5, 6]. При этом начинать обучение учащихся следует уже в 7 классе, отрабатывая каждое действие в отдельности на специально подобранных для этого задачах-упражнениях, а сам метод должен быть выделен при решении конкретных задач в теме с опорой на обобщенное знание. И возможно это только в 9 классе. После этого показывается образец деятельности и организуется самостоятельная работа учащихся по построению физической модели ситуации при решении конкретных задач в данной теме. Какими же действиями должны овладеть

учащиеся, чтобы успешно моделировать ситуацию задачи? Это выделение структурных элементов физического явления, подведение реального объекта под понятие идеального, выражение свойств объектов и условий их взаимодействия через физические величины, построение графического изображения модели и составление текста задачи на физическом языке.

Результаты исследования и их обсуждение

Проиллюстрируем все вышесказанное на конкретных примерах. Чтобы научиться выполнять действия, входящие в метод построения физической модели ситуации, необходимо отработать их на задачах-упражнениях, то есть нужно разработать дидактические средства. К каждой системе упражнений составляется программа деятельности вместе с учащимися [7, 8]. Например, необходимо отработать действие, связанное с идеализацией объекта. Для этого необходимо вспомнить следующее знание в соответствующей теме: понятие о материальной точке, идеальном газе и т.д. Виды деятельности, адекватные этому знанию: 1) распознавание реальных объектов, которые можно считать идеальными; 2) распознавание по заданным для конкретной ситуации связям и отношениям между физическими величинами параметров состояния объектов.

Для овладения выделенными действиями можно предложить следующие задачи-упражнения:

Задание 1. Установите, можно ли считать материальной точкой выделенное в условии задачи тело.

1. Определяется скорость движения **Земли** по орбите вокруг Солнца.
2. Архимед, по преданию, определил объем **короны** царя Гиерона, погрузив ее в воду.
3. Вычисляют давление **трактора** на грунт.
4. Тренер измеряет время прыжка **спортсмена** с десятиметровой вышки в воду.
5. **Человек** выполняет гимнастические упражнения.
6. **Человек** идет из дома на работу.

Для успешного выполнения этих действий учащимся необходимо дать ориентиры, то есть составить программу деятельности вместе с ними.

Карточка-предписание

Материальная точка – это модель движущегося тела, размерами которого можно пренебречь при определенных условиях: 1) тело движется поступательно; 2) размеры тела малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит ($a/s \leq 10$).

Способ выполнения задания:

1. Установите, является ли движение выделенного тела поступательным.
2. Оцените размеры тела (a) и расстояние, которое оно проходит (s), и сравните их ($a/s \leq 10$).
3. Сделайте вывод.

Задание 2. Установите, является ли выделенный в условии задачи газ идеальным.

1. Кислород находится в баллоне вместимостью 5 м^3 при температуре 0 °С и давлении 10^5 Па.
2. Ксенон занимает объем 2,5 м^3 при температуре 0 °С и давлении $2 \cdot 10^5$ Па.
3. Воздух в сосуде объемом $2 \cdot 10^{-3}$ м^3 при температуре 27 °С (молярная масса воздуха 0,029 кг/моль).

Карточка-предписание

Идеальный газ – это газ, в котором взаимодействием молекул можно пренебречь, молекулы приняты за материальные точки, упруго сталкивающиеся между собой. Реальный газ можно уподобить идеальному, если его давление $p \leq 10^5$ Па.

Способ выполнения задания:

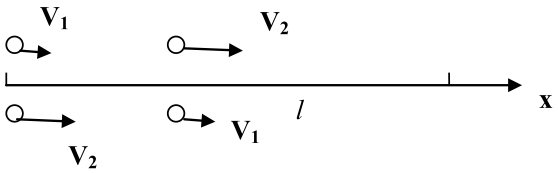
1. Выделите реальный газ, указанный в задаче.
2. Установите, обладает ли выделенный газ давлением $p \leq 10^5$ Па.
3. Сделайте вывод.

Таким образом, используя задачи-упражнения, можно отработать все действия, входящие во второй этап метода построения физической модели ситуации. При этом к моменту введения метода в обобщенном виде учащиеся смогут выполнять действия, связанные с переводом ситуации задачи на язык физической науки. Следующим шагом является выделение метода в обобщенном виде, т.е. проведение методологического этапа, за которым следует этап применения выделенного метода на уроках-практикумах решения задач. Урок-практикум представляет собой урок решения задач-проблем, в условии которых описаны различные физические явления, не относящиеся к какой-либо конкретной теме (комбинированные задачи). При решении таких задач необходимо использовать метод построения физической модели ситуации задачи в обобщенном виде.

Приведем пример этапа составления учащимися физической модели ситуации задачи с опорой на обобщенный метод на уроке-практикуме в 9 классе:

П (преподаватель): Рассмотрим первую задачу. При этом выделяем все действия метода согласно карточке-предписанию и заполняем лист-трафарет вместе со мной (таблица).

Образец заполнения листа-трафарета учителем на доске

<table>
<tr><td colspan="3">Задача № 1. Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы, должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. В распоряжении туристов имеется один велосипед, которым они решили воспользоваться по очереди. Покинув исходный пункт, один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч. Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал. С какой средней скоростью будут двигаться туристы?</td></tr>
<tr><td>Структурные элементы ФЯ</td><td>1. Выделить ФЯ в описании конкретной ситуации</td><td>2. Переформулировать на язык физической науки выделенное описание ФЯ</td></tr>
<tr><td>1) МО и его свойства в начальном состоянии</td><td>Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. Один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч</td><td>Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту, находящемуся на расстоянии $l = 40$ км. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч</td></tr>
<tr><td>2) ВО и его свойства</td><td>Не указан</td><td>Не указан</td></tr>
<tr><td>3) Воздействие и условия взаимодействия</td><td>Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал.</td><td>На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью $v_1 = 15$ км/ч, а М.Т.2 со скоростью $v_2 = 5$ км/ч. Материальные точки обменивались скоростями не один раз</td></tr>
<tr><td>4) МО и его свойства в конечном состоянии</td><td>Двое туристов прибыли на базу одновременно и в кратчайший срок.</td><td>Две материальные точки прошли расстояние $l = 40$ км за минимальное время со средней скоростью $v_{ср}$.</td></tr>
<tr><td>3. Построить графическую модель описания ФЯ</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>4. Сформулировать условие задачи на языке физической науки</td><td colspan="2">Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту, находящемуся на расстоянии $l = 40$ км. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч. На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью $v_1 = 15$ км/ч, а М.Т.2 со скоростью $v_2 = 5$ км/ч. Материальные точки обменивались скоростями не один раз. В итоге они прошли расстояние $l = 40$ км за минимальное время со средней скоростью $v_{ср}$. Найти среднюю скорость их движения.</td></tr>
</table>

У (ученики): 1. Выделим материальный объект, об изменении состояния которого идет речь, и его свойства в начальном состоянии: Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы, должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. Один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч. 2. Выделим воздействующий объект: в данной задаче воздействующий объект не указан. 3. Выделим условия взаимодействия: Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал. 4. Выделим свойства материального объекта в конечном состоянии: Двое туристов прибыли на базу одновременно и в кратчайший срок.

П: Хорошо. Теперь необходимо выразить выделенные структурные элементы физического явления на языке физической науки. Что для этого необходимо сделать?

У: Надо вспомнить, какая теория описывает выделенные физические явления и какие идеализированные объекты используются в этой теории. В этой задаче используется механика. Речь идет о движении материальных точек.

П: Выразим свойства объектов и условия их взаимодействия через физические величины и их значения.

У: 1. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч. 2. М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч. 3. Общее расстояние, пройденное материальными точками $l = 40$ км.

П: Теперь составим графическую модель и переформулируем условие задачи на язык физической науки.

У: (*Вспоминают условные обозначения и делают рисунок*).

Задача: Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту,

находящемуся на расстоянии $l = 40$ км. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч. На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью $v_1 = 15$ км/ч, а М.Т.2 – со скоростью $v_2 = 5$ км/ч. Материальные точки обменивались скоростями не один раз. В итоге они прошли расстояние $l = 40$ км за минимальное время со средней скоростью $v_{ср}$. Найти среднюю скорость их движения.

П: А теперь проделайте то же самое со второй задачей. (*При этом учитель проверяет выполнение каждого действия*.)

У: (*Учащиеся выполняют каждое действие метода, пользуясь карточкой-предписанием, и говорят учителю*).

П: Следующие две задачи № 3 и № 4 будем выполнять таким образом. Первый вариант – решает задачу без карточек-предписаний, а второй вариант контролирует по карточкам. Потом меняемся ролями.

У: (*Ученики выполняют работу*).

П: Следующие задачи № 5, № 6 решаем самостоятельно, проговаривая «про себя» все выполняемые действия. Даю вам 15 мин. После этого вы должны прочитать условие задач на языке физической науки.

У: (*Строят физическую модель ситуации задачи*).

П: Последнюю задачу выполните на отдельных листочках и сдайте на проверку.

После проведения такого урока данный метод может быть использован при решении любой задачи и в любой теме.

Заключение

Еще раз подчеркнем: обучение обобщенному методу построения физической модели ситуации задачи происходит поэтапно. Действия, входящие в содержание метода, должны формироваться у учащихся по мере изучения физических знаний, одновременно с ними (знания необходимо перевести в действия). Каждое действие отрабатывается при выполнении задач-упражнений с 7 класса и заканчивается в 9 классе выделением обобщенного метода построения физической модели задачи.

Выделенное обобщенное содержание метода составления физической модели ситуации теперь должно стать предметом усвоения. Сначала учащиеся обучаются только дроблению текста на элементы. Потом переводу всех элементов текста на физический язык.

Таким образом, для решения практически значимых задач школьники должны уметь строить физическую модель ситуации задачи. Овладение методом моделирования ситуации приводит к повышению качества знаний учащихся. При этом формируется их представление о физическом мире и методах его описания.

Наша многолетняя практика показывает, что ученики, обучаясь обобщенному методу решения задач и моделированию ситуации, испытывают большой интерес к физике. При этом создаются условия, в которых учащиеся осознают, что физические знания им пригодятся в жизни.

Список литературы

1. Солодихина М.В., Одинцова Н.И. Кейс-задачи на уроках физики // Физика в школе. М.: Шк.-Пресс, 2019. № 1. С. 18–26.

2. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ. Физика. 1000 задач с ответами и решениями. Издательство: «Экзамен», 2019. 430 с. (Серия «ЕГЭ. Банк заданий»).

3. Стефанова, Г.П., Тишкова С.А. Применение метода построения физической модели ситуации задачи при подготовке школьников к ЕГЭ по физике // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/119-14973 (дата обращения: 23.08.2020).

4. Тишкова С.А. Разработка обучающей программы подготовки учащихся к решению задач повышенной сложности // Преподавание физики в высшей школе. Научно-методический журнал. М., 2004. № 29. С. 165–170.

5. Гальперин П.Я. Введение в психологию: учеб. пособие для вузов. М.: Книжный дом «Университет», 2000. 336 с.

6. Сухоруков Д.В., Сорокина Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся образовательных школ // Инновационные проекты и программы в образовании. 2015. С. 38–42.

7. Tianlong Zu, Jeremy Munsell, N. Sanjay Rebello. Comparing retrieval-based practice and peer instruction in physics learning. Physical Review Physics Education Research. 2019. № 15. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010105.

8. Фещенко Т.С. Искусство обучать: методы и приемы формирования и развития универсальных учебных действий на уроках физики в условиях реализации ФГОС ООО // Физика. Первое сентября. 2016. № 1. С. 22–29.

УДК 373.1:372.8

ИЗ ОПЫТА СОЗДАНИЯ ВЕБ-КВЕСТА КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ

[1]Фирер А.В., [1]Мелешко Е.А., [1]Сидоров В.В., [2]Иванова Н.В., [2]Падалко И.А., [3]Безруких А.Д.

[1]ФГАОУ ВО «Лесосибирский педагогический институт – филиал Сибирского федерального университета», Лесосибирск, e-mail: fivr@yandex.ru;

[2]МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 9 города Лесосибирска», e-mail: frolovanv@inbox.ru;

[3]ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: disc315@mail.ru

Для современного образования актуальна проблема математической грамотности учащихся. Основываясь на исследованиях PISA–2018, можно сделать вывод, что учащиеся на высоком уровне владеют формальными математическими знаниями, а также испытывают затруднения при решении практико-ориентированных задач. В качестве средства формирования математической грамотности в эпоху цифровой трансформации образования предлагается использование веб-квеста, разработанного на основе модели ADDIE. Тема предложенного веб-квеста выбрана с учетом региональной специфики – национальный парк «Красноярские столбы». Веб-квест является эффективным средством для формирования необходимых умений и развития навыков. Это обусловлено тем, что веб-квест по своей внешней форме очень привлекателен и интересен подрастающему поколению, а задания являются интерактивными. В статье рассматриваются виды веб-квестов, затронуты как исторические аспекты, так и теоретические обоснования веб-квеста как средства обучения. Представлена подробная технология создания веб-квеста, проведена исследовательская работа по выбору сервиса для его создания, и представлен пример, который успешно прошел апробацию в школе и показал положительные результаты. В статье молодые педагоги смогут найти для себя базу для будущих разработок.

Ключевые слова: математическая грамотность, веб-квест, средство обучения, цифровые образовательные технологии, история веб-квеста, цифровизация образования

FROM THE EXPERIENCE OF CREATING A WEB QUEST AS A MEANS OF FORMING MATHEMATICAL LITERACY

[1]Firer A.V., [1]Meleshko E.A., [1]Sidorov V.V., [2]Ivanova N.V., [2]Padalko I.A., [3]Bezrukikh A.D.

[1]Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Lesosibirsk Pedagogical Institute – branch of the Siberian Federal University, Lesosibirsk, e-mail: fivr@yandex.ru;

[2]Municipal budgetary educational institution «Secondary school No. 9 of the city of Lesosibirsk», e-mail: frolovanv@inbox.ru;

[3]Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: disc315@mail.ru

For modern education, the problem of mathematical literacy of students is relevant. Based on the PISA – 2018 research, it can be concluded that students have a high level of formal mathematical knowledge, and also have difficulties in solving practice-oriented problems. As a means of forming mathematical literacy in the era of digital transformation of education, we suggest using a web quest developed on the basis of the ADDIE model. The theme of the proposed web quest was chosen taking into account regional specifics – the Krasnoyarsk pillars national Park Web quest is an effective tool for developing the necessary skills.this is due to the fact that the web quest in its external form is very attractive and interesting to the younger generation, and the tasks are interactive. The article discusses the types of web quests, touches on both historical aspects and theoretical justifications of the web quest as a means of education. A detailed technology for creating a web quest is presented, research is carried out on the choice of a service for its creation, and an example is presented that has been successfully tested at school and has shown impressive results. In this article, young teachers will be able to find a base for future developments.

Keywords: mathematical literacy, web quest, learning tool, digital educational technologies, history of web quest, digitalization of education

Последние исследования качества математического образования показывают, что российские школьники на достаточно высоком уровне владеют формальными математическими знаниями, в то время как при решении практико-ориентированных задач испытывают затруднения. Поэтому в настоящее время становится актуальной проблема формирования математической грамотности учащихся в Российской Федерации, и в частности в Красноярском крае. Под математической грамотностью понимается «способность индивидуума математически рассуждать, формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в различных контекстах реального мира» [1, с. 7]. В эпоху цифровых технологий, когда «педагог становится не только носителем знаний, которыми он делится с обучаемыми, но и проводником по цифровому

миру» [2, с. 1], формирование математической грамотности должно осуществляться с обязательным использованием цифровых образовательных технологий. Облачные сервисы – это уникальный инструмент, который дает путь к новым возможностям: обучаться можно в любое свободное время, образование становится непрерывным и постоянным, есть возможность создания авторских образовательных маршрутов. В настоящее время возможности облачных сервисов по созданию дидактических материалов, направленных на формирование математической грамотности, недостаточно изучены и описаны, что обуславливает новизну исследования.

Цель исследования: продемонстрировать возможности образовательного веб-квеста как средства формирования математической грамотности обучающихся и описать технологию его создания.

Материалы и методы исследования

Методологическую базу исследования составили системно-деятельностный подход к организации учебного процесса, подразумевающий приоритетное применение активных методов обучения; личностно ориентированный подход, позволивший рассматривать обучающихся как субъектов образовательного процесса и учитывать их индивидуальные особенности. В ходе исследования применялись теоретические (анализ научной литературы, обобщение передового педагогического опыта) и эмпирические (тестирование, анкетирование, опрос) методы исследования. Апробация результатов исследования проходила на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 9 г. Лесосибирска».

Результаты исследования и их обсуждение

Впервые модель образовательного веб-квеста (англ. – WebQuest) описал доктор философии государственного университета Сан-Диего Берни Додж в феврале 1995 г. Под веб-квестом он понимает ориентированный на исследование формат урока, в котором большую часть или всю информацию, с которой работают учащиеся, они получают из Интернета [3]. С тех пор веб-квесты прошли долгий путь развития и улучшения. Томас Марч сумел дополнить определение, оно стало более детализированным. Он определил веб-квест как учебную структуру и, опираясь на труды Л.С. Выготского, внес утверждение, что, решая проблемные задачи, необходимо направлять внимание учащихся на самые важные части учебного процесса. Учеными были выделены характерные черты веб-квеста. Во-первых, это всегда использование Интернета, во-вторых, проблемную задачу, которую учащиеся решают, нужно преподносить в активной форме.

У отечественных ученых не сложилось единого мнения о веб-квестах, так как данная технология является новинкой в сфере педагогики и мало теоретически обоснована. В России развитие веб-квеста началось около десяти лет назад, основная причина состоит в том, что инновационная разработка пришла к нам от иностранных исследователей, а также связана с временем, необходимым на подготовку педагогов, техническим обеспечением и доступностью Интернета для каждого учащегося. В настоящее время веб-квест стремительно набирает популярность. Связано это, в первую очередь, с цифровизацией образования и с появлением нового поколения современных педагогов, владеющих соответствующими цифровыми компетенциями. Проблематикой веб-квестов в России занимаются А.В. Худякова, А.А. Артюхина, И.Н. Столярова [4–6] и др. Их вклад существенно продвинул теоретическое обоснование веб-квестов.

В зависимости от сюжета квесты могут быть:

– линейными, в которых игра построена по цепочке: разгадав одно задание, участники получают следующее, и так до тех пор, пока не пройдут весь маршрут;

– штурмовыми, где все игроки получают основное задание и перечень точек с подсказками, но при этом самостоятельно выбирают пути решения задач;

– кольцевыми, они представляют собой тот же «линейный» квест, но замкнутый в круг. Команды стартуют с разных точек, которые будут для них финишными [7, с. 1]. Фаворитом для разработки стал линейный вид, так как он более удобен и понятен учащимся. В соответствии с сюжетом квеста обучающимся предлагается решать задания по цепочке: только разгадав задание (самостоятельно или с помощью подсказки), участники получают следующее, и так до тех пор, пока не пройдут весь выбранный маршрут.

«При обучении по традиционной методике на уроках часто нет условий для установления метапредметных связей» [8], а веб-квест, как средство формирования математической грамотности, при включении в образовательный процесс позволяет в интересной, интерактивной форме применять полученные в школе знания в решении прикладных задач, расширяет кругозор обучающихся и выводит математику за рамки

школьного урока. Отметим, что веб-квест содействует и эффективному развитию универсальных учебных действий, таких как:

1) регулятивные. Веб-квесты, как правило, имеют достаточно прозрачную структуру – план действий, центральное задание, планируемый результат, критерии оценивания оглашаются в самом начале. Такая структура позволяет обучающемуся еще перед началом работы определить собственный желаемый результат, спланировать работу и отслеживать качество выполнения по представленным критериям;

2) познавательные. По определению веб-квеста, данному Б. Доджем, при его прохождении обучающиеся получают информацию благодаря сети Интернет. Особенностью веб-квестов является то, что к заданиям прилагается несколько подобранных ссылок-источников, которые целесообразно изучать и использовать для поиска и отбора необходимой информации при решении поставленных задач, следовательно, развиваются умения извлекать, анализировать, сопоставлять информацию из различных источников, строить логическое рассуждение;

3) коммуникативные. Веб-квесты могут предполагать как индивидуальное прохождение, так и групповую работу, например финальный проект, во время которого ученикам необходимо найти общий язык друг с другом, договариваться.

Технологию создания веб-квеста целесообразно осуществлять в соответствии с этапами модели разработки курсов ADDIE. Данная модель является стандартом и отличается своей универсальностью.

Модель ADDIE включает в себя пять этапов: анализ, проектирование, разработка, применение и оценка.

На этапе анализа определяется цель и тема, возрастная группа и целевая аудитория веб-квеста, изучаются сервисы для создания веб-квестов по следующим критериям:

1. Доступность. По данному критерию оценивается, насколько платформа доступна для использования рядовым пользователем, требует ли финансовых вложений.

2. Язык. Важным критерием является использование русского языка на платформе, так как это упрощает работу той части пользователей, которые не владеют иностранными языками. Особенно этот критерий актуален для обучающихся 5–6 классов.

3. Интерфейс. Интерфейс на сервисе должен быть простым и удобным для восприятия и понимания.

В связи с актуальностью направления развития математической грамотности обучающихся была выбрана цель и возрастная группа – развитие математической грамотности обучающихся 5-6 классов общеобразовательной школы с учетом региональной специфики (в качестве содержательной основы была выбрана информация о национальном парке «Красноярские столбы»). При выборе сервисов авторами были проанализированы следующие платформы: tilda.cc, sites.google.com, learnis.ru, wix.com, и выяснено, что некоторые из представленных сервисов являются условно бесплатными, то есть, чтобы использовать все предоставляемые возможности, необходимо будет производить оплату, либо пользоваться бесплатно, но версией с ограниченными функциями. Например, в бесплатном тарифе на tilda.cc можно создать только один сайт, на котором можно разместить 50 страниц, а место на сервере ограничено всего 50 мегабайтами памяти. Из значимых ограничений для обычных пользователей являются отсутствие возможности встраивать HTML-код, совместно работать над проектом, открыв доступ другим пользователям, не предоставляются личный кабинет пользователя и дополнительные шрифты.

Среди перечисленных сервисов авторами был выделен sites.google.com, так как данная платформа отличается удобством в использовании (не требует специальных знаний и умений), общедоступностью (сайт может создать любой человек, имеющий google-аккаунт), не требует финансовых вложений, является русскоязычной, а также Google предоставляет всем пользователям хранилище объемом 15 гигабайт.

На этапе проектирования на основе проведенного анализа подбираются роли и разрабатывается банк заданий для каждой из них.

Для веб-квеста по формированию математической грамотности были разработаны задания, сообразные школьной программе математики 5–6 классов, включающие деление с остатком, работу с десятичными дробями, диаграммами, перевод величин в другие единицы измерения, работу с процентами и т.д. в рамках темы «Национальный парк «Красноярские столбы», что делает возможным школьникам применить свои знания.

Например, в качестве задания, направленного на умение находить процент от числа, была предложена следующая задача.

Найдите среднюю продолжительность жизни деревьев, растущих на территории национального парка «Красноярские столбы».

Продолжительность жизни берёзы составляет 30 % от средней продолжитель-

ности жизни кедра. Возраст сосны и ели составляет 60 % от возраста лиственницы, а возраст пихты составляет 50 % от возраста сосны. Средняя продолжительность жизни осины составляет 20 % возраста кедра.

Занесите данные вычисления в таблицу.

Название дерева	Средняя продолжительность жизни (лет)
лиственница	
кедр	
береза	
ель	
осина	
пихта	
сосна	

Данное задание предполагает оценивание умения выполнять расчеты с десятичными дробями; составлять числовое выражение, соответствующее условию задания; умения находить процент от числа. Проверяются действия универсального характера: планировать ход решения, упорядочивать действия.

Нельзя не упомянуть о ролевой составляющей. Любой веб-квест предполагает ролевой сюжет, участникам необходимо взять на себя ту или иную роль перед тем, как начать свой путь. От выбора роли будут зависеть задания, которые участникам нужно будет решать для прохождения квеста. Важно, что задания отличаются по своей составляющей лишь тематической частью, они никак не меняются по уровню сложности в сравнении с другими ролями. Роли в веб-квестах – это именно то, что помогает увлечь участника, а дизайн в свою очередь усиливает внимание, направленное на решение поставленных проблем.

В веб-квесте «Красноярские столбы» участникам предлагается две роли – блогер-путешественник, целью которого будет по итогам прохождения квеста написать пост о своем путешествии, и научный сотрудник, который должен будет подготовить информационный стенд (рисунок).

Далее создается пробная версия веб-квеста в соответствии со следующей структурой:

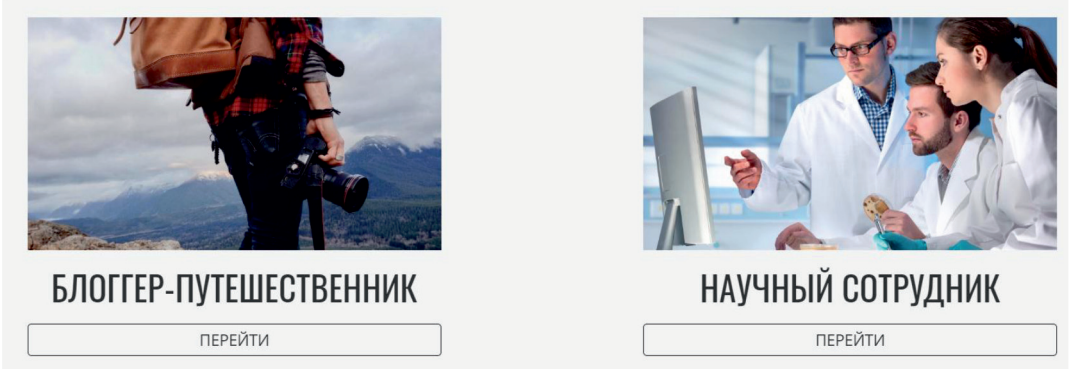
1. Главная страница:
– центральное задание;
– роли;
– описание процедуры работы, критериев оценки;
– карта сайта.
2. Задания:
– инструкция к выполнению задания;
– список информационных ресурсов к каждому заданию;
– подсказки.
3. Заключение.

Рассмотрим технологию размещения заданий в веб-квесте на примере задачи про продолжительность жизни деревьев, приведенной ранее.

Для того чтобы не только разместить задачу на сайте, но и предоставить возможность взаимодействия с ней, можно воспользоваться некоммерческим онлайн-сервисом LearningApps.org, специализирующимся на разработке интерактивных образовательных упражнений.

На данном сервисе представлено множество шаблонов, которые можно использовать. На основе таблицы, используя шаблон «Заполнить пропуски», можно создать упражнение для ввода результатов вычислений (среднюю продолжительность жизни деревьев), настроить его, и тогда на выходе получается упражнение с мгновенным отзывом о правильности ответа и переходом к следующему заданию, если он верный (к отзыву прикрепляется ссылка).

При создании упражнения в LearningApps.org автоматически создается ссылка для встраивания на сторонние сайты, при использовании ее задача внедряется в веб-квест.



Роли в веб-квесте «Красноярские столбы»

На этапе разработки находятся и исправляются недоработки веб-квеста, подбирается дизайн, интерфейс, удовлетворяющие требованиям здоровьесберегающего характера. Все элементы веб-квеста связываются, занимают свои места. Внедряются задания, прописываются инструкции к их выполнению, дорабатываются переходы от одного задания к другому, система подсказок и обратной связи, определяются критерии оценивания результатов работы учеников.

После создания веб-квеста и проверки его необходимо апробировать. Для этого выбирается аудитория, отвечающая возрастной категории, проверяется эффективность разработанного веб-квеста.

Последний этап – оценка. На данном этапе выявляется соответствие результатов поставленным целям и задачам, выявляются «слабые» места разработанного веб-квеста, требующие дальнейшей корректировки.

Заключение

Таким образом, были продемонстрированы возможности образовательного веб-квеста как средства формирования математической грамотности обучающихся и описана технология его создания, в основе которой лежит модель ADDIE.

Список литературы

1. OECD. PISA 2021 Mathematics Framework (Second Draft), PISA, OECD Publishing, Stockholm. 2018. P. 95.

2. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8. С. 107–113.

3. Dodge B. Some Thoughts About WebQuests. [Electronic resource]. URL: http://webquest.org/sdsu/about_webquests.html (date of access: 08.09.2020).

4. Худякова А.В. Технологический подход к проектированию образовательного веб-квеста // Пермский педагогический журнал.2018. С. 118–121.

5. Артюхина А.А. Проблемы организации веб-квеста // Наука, образование и культура. 2017. С. 79–80.

6. Столярова И.Н. Образовательный веб-квесты для школьников // Историческая и социально-образовательная мысль. 2017. С. 147–149.

7. Осяк С.А., Султанбекова С.С., Захарова Т.В., Яковлева Е.Н., Лобанова О.Б., Плеханова Е.М. Образовательный квест – современная интерактивная технология // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=20247 (дата обращения: 08.09.2020).

8. Горбунова О.В., Иванова О.А. Веб – квест как педагогический инструмент // Народное образование. 2014. № 7. С. 162–166.

УДК 378.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Ахмедьянова Г.Ф.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: ahmedyanova@bk.ru

В работе исследуются положительные и отрицательные стороны цифровизации образования. Отмечается, что главным преимуществом цифровизации является организация единого информационного пространства, в котором объединяются главные лица образовательного процесса: обучающиеся, преподаватели, руководство вуза, включая все отделы и подразделения. Кроме того, единая информационная среда обеспечивает доступ, как ко многим литературным источникам через электронную библиотечную систему, так и ко всем вузовским методическим материалам – учебным пособиям, монографиям, методическим указаниям, рабочим программам, фондам оценочных средств. Другим важным инструментом является компьютерное моделирование и возможность создания виртуальных лабораторий и комплексов, а также возможности электронного обучения и самоконтроля. Курсы электронного обучения также являются действенным средством повышения удобства, всесторонности и глубины. Однако для эффективного их использования необходимо, чтобы обучающиеся были в большой степени самостоятельны и мотивированы на результат. Онлайн-образование помогает людям с ограниченными возможностями, а также обеспечивает более высокую доступность знания для людей в отдаленных населенных пунктах. С другой стороны, системный анализ показывает, что цифровизация лишь средство в достижении качества образования и учиться без педагога могут лишь киборги.

Ключевые слова: цифровизация, единое информационное пространство, виртуальная лаборатория, электронное обучение, многоуровневое управление образовательным процессом, качество образования

RESEARCH OF DIGITALIZATION ELEMENTS IN EDUCATIONAL PROCESS

Akhmedyanova G.F.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: ahmedyanova@bk.ru

The paper examines the positive and negative aspects of digitalization of education. It is noted that the main advantage of digitalization is the organization of a single information space, in which the main persons of the educational process are united: students, teachers, university management, including all departments and divisions. In addition, a unified information environment provides access to both many literary sources through the electronic library system, and to all university methodological materials – textbooks, monographs, methodological instructions, work programs, funds of evaluation tools. Another important tool is computer modeling and the possibility of creating virtual laboratories and complexes, as well as the possibility of e-learning and self-control. E-learning courses are also a powerful means of increasing convenience, comprehensiveness and depth. However, for their effective use, it is necessary that the students are largely independent and motivated for the result. Online education helps people with disabilities, as well as provides a higher accessibility of knowledge for people in remote communities. On the other hand, system analysis shows that digitalization is only a means of achieving the quality of education and the complete elimination of a teacher is possible only for cyborgs.

Keywords: digitalization, unified information space, virtual laboratory, e-learning, multilevel management of the educational process, quality of education

Цифровизация всех сфер человеческой деятельности является главной тенденцией нашего времени. Не является исключением в этом отношении и образование [1]. Понятно, что без обеспечения каких-либо преимуществ это направление не развивалось бы так быстро. Сегодня, наверное, не осталось людей, которые не знают, что такое веб-услуги и сервисы, информационные ресурсы [2].

Цель исследования: исследование преимуществ и недостатков, вносимых цифровизацией в образовательный процесс. Оценка последствий цифровизации на главном результате образовательного процесса – на компетентности выпускников вузов.

Материалы и методы исследования

Начавшись с простой операции оцифровки фотографий и документов, цифровизация в наше время воспринимается в широком смысле как внедрение современных цифровых технологий в различные сферы жизни и производства. Этот термин получил распространение с 1995 г., когда американский информатик Николас Негропонте из Массачусетского технологического института озвучил понятие «цифровая экономика» [3].

Важнейшей возможностью, которую предоставляет цифровизация, является создание единой информационной среды [4, 5]. В этой среде объединяются все главные лица образовательного процесса: обучающиеся, преподаватели, руководство вуза, включая все отделы и подразделения. Кроме того, единая информационная среда обеспечивает доступ как ко многим литературным источникам через электронную библиотечную систему, так и ко всем вузов-

ским методическим материалам – учебным пособиям, монографиям, методическим указаниям, рабочим программам, фондам оценочных средств.

Единое информационное пространство способно обеспечить двустороннюю связь со школами для осуществления профориентационной работы, где школьники могут интересоваться событиями, происходящими в вузе, а преподаватели вузов лучше узнают интересы и уровни знаний будущих студентов, что создает сквозную межпроцессную интеграцию. Подобно этому возможна интеграция с другими вузами и даже с другими государствами [6]. С другой стороны, появляется возможность соединения с корпоративными информационными системами предприятий, для которых готовятся специалисты в вузе.

Цифровизация обеспечивает непрерывное управление информацией, включая автоматизированный сбор, хранение, обработку и анализ разновариантных данных. Она делает возможными электронные зачетные книжки студентов, студенческие смарт-билеты и даже цифровые документы об образовании. Все это упрощает и автоматизирует документальное сопровождение образовательного процесса.

Больше того, упрощается возможность проследить за подготовкой и дальнейшей судьбой выпускника. Здесь помогают цифровой профиль обучающегося и его цифровой след, которые систематизируют накопление педагогического опыта и коррекцию образовательного процесса.

С другой стороны, «традиционное» сознание, ориентированное на работу с материальными, а не цифровыми объектами, можно легко обмануть в едином информационном пространстве, поэтому на первый план должна выходить кибербезопасность. Не случайно процедура приема онлайн-зачетов и экзаменов должна начинаться с показа документа с фотографией.

Цифровизация значительно увеличивает возможности предиктивного, то есть предсказательного управления. Опережающее управление является единственным средством не допустить нежелательного развития событий, поэтому так важно иметь достаточно точный прогноз развития событий и обеспечивать быструю реакцию на происходящие события, например такие, как пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 в текущем году.

Все упомянутые преимущества не относятся к непосредственному обучению, а большей частью к его сопровождению. Некоторые исследователи считают, что влияние цифровизации настолько сильное, что необходимо говорить о цифровой трансформации образования. Не вдаваясь в полемику с такой постановкой вопроса, рассмотрим лишь те области приложения цифровизации, где ее влияние реально.

Реальную помощь процессу обучения может оказать замена технологического оборудования производственных процессов и производственных объектов их цифровыми двойниками, создание виртуальных лабораторий и лабораторных комплексов. Дополнительные возможности обеспечивает компьютерное моделирование. Все это позволяет отработать практические навыки общения с будущей реальной техникой.

Курсы электронного обучения с их гиперссылками и возможностями самоконтроля так же являются действенным средством повышения удобства, всесторонности и глубины обучения [7]. По мнению исследователей, цифровизация процесса обучения позволит обучающимся выстраивать эффективную индивидуальную образовательную траекторию, преодолевать барьеры традиционного обучения (темп рассмотрения материала, выбор форм и методов изучения его) [8].

С другой стороны, онлайн-образование также требует от преподавателя соответствующих умений и навыков. Хороший преподаватель сумеет привлечь слушателей интересными примерами, вставками, взятыми из своей практики. К тому же видеотрансляция передает и его эмоциональный настрой, и поведение, и юмор. Гибко переключая свое изображение с элементами презентации, можно добиваться даже большего эффекта, чем при традиционном чтении лекции и использовании классической доски с мелом.

Большие перспективы открываются при использовании искусственного интеллекта [9], особенно на пути использования гибридных систем. Для этого необходимо поделить деятельность преподавателя на несколько областей, в каждой из которых может быть использована особая интеллектуальная технология. Выделяем: лекционную, организационную, методическую, научно-исследовательскую, квалификационную и заявочную работы.

Тогда упомянутую выше презентацию для чтения лекции можно подготовить с помощью соответствующей экспертной системы. Организационную работу, связанную с проведением лабораторных работ, практических занятий и контролем самостоятельной работы студентов, сделают успешной специальные правила выбора вопросов, требующих практического умения в их разрешении.

Методическую работу, направленную на создание вспомогательных для студента материалов с грамотно построенной логикой изложения материала, направленной на развитие необходимых компетенций, можно успешно выполнить с применением решателей интеллектуальных задач. Выделив основные аксиомы в дисциплине, можно свести ее основные теоретические результаты к различным интеллектуальным доказательствам, исключив дублирование и логические провалы в методических материалах.

Научное исследование требует скрупулезного исследования большого количества публикаций и изобретений. Здесь будут полезны системы машинного перевода с их морфологическим, синтаксическим и семантическим анализом и информационно-поисковые системы с семантическим поиском. Для чего и поисковый запрос, и найденный документ необходимо подвергнуть сначала морфологическому, затем синтаксическому анализу и только потом построить семантические сети этих документов и определить степень их соответствия друг другу.

Большую часть рабочего времени преподавателя занимает оформление заявок на участие в конкурсах грантов. Сюда же относится подача заявок на изобретения или на регистрацию программных средств. Искусственный интеллект может быть здесь очень полезен в качестве источника идеи. Ведь на основе генератора случайных чисел и функционально-стоимостного анализа, при котором каждой функции во вновь разрабатываемой технической системе предлагается целый ряд технических решений, компьютер может легко проанализировать огромное количество вариантов и предложить наиболее удачное техническое решение в соответствии с установленными пользователем критериями [10].

Одной из основных функций преподавателя является функция контроля и оценки знаний: прием экзаменов и зачетов, курсовых и выпускных квалификационных работ. Здесь очень важно распознать студента, пользуясь информацией о работе в семестре, его ответами, стремлением к получению знаний. Всему этому можно научить нейронную сеть, которая будет работать как система распознавания образов.

Однако для эффективного использования электронных средств и курсов необходимо, чтобы обучающиеся были в большой степени самостоятельны и мотивированы на результат. В противном случае обучающийся бросает заниматься при появлении первых же трудностей.

Цифровизация оказывает и социальное влияние, требует от пользователей гибкой корпоративной культуры в силу того, что основывается на оперативном интернет-взаимодействии географически распределенных сотрудников и отделений [11].

В настоящее время онлайн-образование помогает людям с ограниченными возможностями, а также обеспечивает более высокую доступность знания для людей в отдаленных населенных пунктах.

Все же от цифровизации нельзя ожидать в образовании таких же дивидендов, как в экономике, поскольку там процесс доводится до конца, возможны и оплата, и заказ, и доставка, благодаря высокой роботизации складов, то есть полностью реализуются коммерческие сделки. В образовании же знания не передашь из головы в голову через интернет, при отсутствии мотивации к учебе. Возможно, в будущем будет сделан упор на онлайн-образовании, когда ученики при желании смогут получать знания, не выходя из дома, с раннего возраста приучаясь к самостоятельности.

С другой стороны, онлайн-образование снижает социализацию учеников, уделяется меньшее внимание физическому развитию, уменьшается роль и влияние педагогов. Зато роль вычислительной техники завышается настолько, что говорят о возможной ненужности педагогов, когда распространятся лекции больших ученых, с которыми трудно соревноваться. Однако, на наш взгляд, такое может произойти только тогда, когда компьютер соединится с мозгом человека и будет напрямую передавать знания, если только такой процесс возможен. Но это означает, что человек превратится в кибернетический организм, станет киборгом, а не человеком.

Цифровизация образования может привести к снижению креативности обучающихся [12], за счет сведения их работы к выполнению однообразных, часто рутинных функций и, по мнению некоторых исследователей, даже к деформированию личности.

Результаты исследования и их обсуждение

Системный анализ цифровизации позволяет определить ее место как средство достижения главной цели образовательного процесса – обеспечения высокого качества образования выпускников [14]. Общая схема, отражающая основные взаимосвязи, возникающие при этом, изображена на рисунке.

Цифровизация и качество образования являются абстрактными объектами. Управление такими объектами имеет серьезную специфику, ведь управлять качеством реаль-

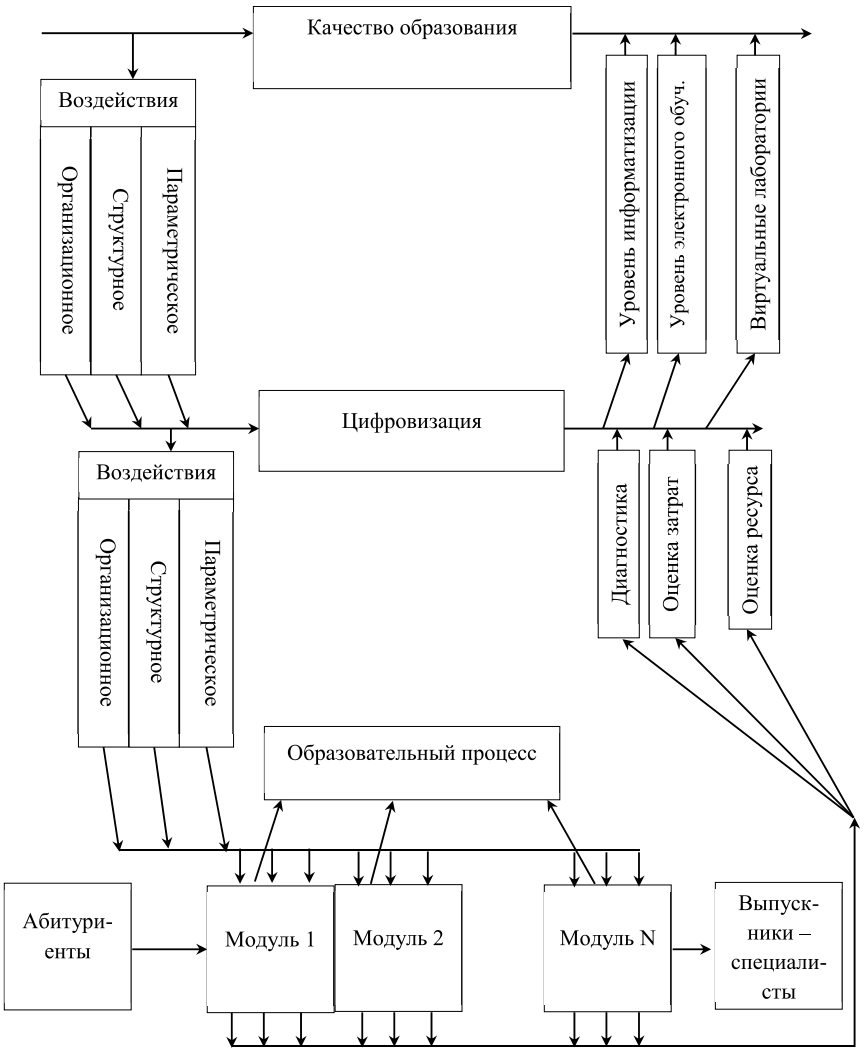
ного воздействия нельзя, так как этот объект существует только в сознании, так же как и нельзя определить уровень, которого оно достигает. В таком случае необходимо организовать многоуровневое управление, в котором и качество, и цифровизация сразу занимают верхние уровни.

В основе схемы лежит образовательный процесс, который имеет свою систему управления, дублировать функции которой нет смысла [15]. Именно поэтому воздействия со стороны уровня цифровизации сводятся к параметрическим, структурным и организационным изменениям, связанным с расширением цифровизации в направлении изменений количества компьютеров, электронных курсов обучения, виртуальных лабораторий и так далее.

Оценка эффективности цифровизации проводится по затратам, предоставляемым ресурсам и глубине воздействия на образовательный процесс, определяемой посредством диагностики. Все это количественные показатели, не затрагивающие главного результата образовательного процесса.

Вследствие этого вводится еще один уровень управления, оценивающий качественное влияние используемых средств на обучающихся. Оценка здесь проводится по факторам, непосредственно влияющим на степени развития задаваемых учебным планом компетенций.

В зависимости от этой оценки принимаются решения о параметрическом, структурном или организационном воздействии на процесс информатизации. Выполнение требований такой схемы и приведет к созданию цифрового университета, о котором все чаще упоминают исследователи в своих работах.



Трехуровневая схема управления цифровизацией

Заключение

Таким образом, исследование элементов цифровизации образовательного процесса позволило определить как сильные, так и слабые его стороны. Большие перспективы открываются при создании единого информационного пространства, в котором объединяются главные лица образовательного процесса: обучающиеся, преподаватели, руководство вуза, включая все отделы и подразделения. Единая информационная среда обеспечивает доступ ко многим литературным источникам через электронную библиотечную систему. Другим важным инструментом является компьютерное моделирование и возможность создания виртуальных лабораторий и комплексов, а также возможности электронного обучения и самоконтроля. Перспективно применение технологий гибридного искусственного интеллекта в преподавательской деятельности.

Список литературы

1. Главный тренд российского образования – цифровизация. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ug.ru/article/1029 (дата обращения: 15.09.2020).

2. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Электронный научно-публицистический журнал «Homo Cyberus». 2019. № 1(6). [Электронный ресурс]. URL: http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019 (дата обращения: 15.09.2020).

3. Что такое цифровая экономика. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fingramota.org/teoriya-finansov/item/2198-chto-takoe-tsifrovaya-ekonomika (дата обращения: 15.09.2020).

4. Бокова Л.Н. Правовой режим создания безопасной цифровой образовательной среды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Юридические науки. 2020 № 24 (2). С. 274–292.

5. Устюжанина Е.В., Евсюков С.Г. Цифровизация образовательной среды: возможности и угрозы // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2018. № 1 (97). С. 3–12.

6. Барабанова С.В., Кайбияйнен А.А., Крайсман Н.В. Цифровизация инженерного образования в глобальном контексте (обзор международных конференций) // Высшее образование в России. 2019. № 1. С. 94–103.

7. Семенова Т.В., Вилкова К.А., Щеглова И.А. Рынок массовых открытых онлайн-курсов: перспективы для России // Вопросы образования. 2018. № 2. С. 173–197.

8. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8. С. 107–113.

9. Уваров А.Ю., Ван С., Кан Ц., Су Х., Цао П., Цзян С., Чжан Ю., Чжу С. Проблемы и перспективы информатизации образования в Китае // Цифровая трансформация образования и искусственный интеллект: материалы II российско-китайской конференции исследователей образования (г. Москва, 26–27 сентября 2019 г.). М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 155 с.

10. Аксюхин А.А., Вицен А.А., Мекшенева Ж.В. Информационные технологии в образовании и науке // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 11. С. 50–52.

11. Калимуллина О.В., Троценко И.В. Современные цифровые образовательные инструменты и цифровая компетентность: анализ существующих проблем и тенденций // Открытое образование. 2018. № 22 (3). С. 61–73.

12. Ахмедьянова Г.Ф. Повышение компетентности будущего специалиста на основе сочетания творческой и технологической составляющих обучения // Образование и саморазвитие. 2009. Т. 4. № 14. С. 65–70.

13. Андрюхина Л.М., Садовникова Н.О., Уткина С.Н., Мирзаахмедов А.М. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры // Образование и наука. 2020. № 22 (3 (172)). С. 116–147.

14. Ахмедьянова Г.Ф. Организация образовательного процесса на основе креативно-технологического подхода // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24512 (дата обращения: 14.10.2020).

15. Галимуллина Э.З. Механизмы интеграции интерактивных форм и методов в учебный процесс высшей школы // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13972 (дата обращения: 14.10.2020).

СТАТЬИ

УДК 51-7:338.12.017

МНОГОУРОВНЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Пищухин А.М.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: pishchukhin55@mail.ru

В работе исследуется важное интегральное свойство предприятия – конкурентоспособность. Как абстрактный объект управления конкурентоспособность требует иерархии. При этом у каждого уровня имеется своя система управления, в функционирование которой нет смысла вмешиваться. Но с верхнего уровня возможна установка значений параметров и уставок (параметрическое воздействие), изменения структуры как технологической части, так и управленческой (структурное воздействие) и организация самых благоприятных условий для повышения уровня конкурентоспособности (организационное воздействие). С другой стороны, необходимо оценивать уровень конкурентоспособности, чтобы определять эффективность указанных воздействий. В работе в связи с этим выявлены составляющие, от которых в первую очередь зависит конкурентоспособность: ассортимент и востребованность продукции, ее качество, технологический уровень производственного процесса, квалифицированность и преданность делу персонала, размеры материальных и финансовых запасов. Соответственно разрабатываются алгоритмы воздействий и процедуры оценки состояния указанных составляющих. Дополнительно исследуются показатели качества управления предлагаемой системы. Подчеркивается, что не последнюю роль в обеспечении конкурентоспособности играют патенты, права, лицензии и квоты на использование природных ресурсов, а также экспортные квоты, права на пользование землей и др. Такая методика позволяет оптимизировать расходуемые ресурсы управления с максимизацией эффективности их вложений.

Ключевые слова: конкурентоспособность, абстрактный объект управления, параметрическое воздействие, структурное воздействие, организационное воздействие, оценка уровня конкурентоспособности

MULTI-LEVEL CONTROL COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE

Pischukhin A.M.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: pishchukhin55@mail.ru

The article examines an important integral property of the enterprise competitiveness. As an abstract object of management, competitiveness requires a hierarchy. Each level has its own control system, in the functioning of which there is no point in interfering. But from the upper level it is possible to set the values of parameters and settings (parametric impact), change the structure of both the technological part and the managerial part (structural impact) and organize the most favorable conditions for increasing the level of competitiveness (organizational impact). On the other hand, it is necessary to assess the level of competitiveness in order to determine the effectiveness of these influences. In this regard, the work identified the components on which competitiveness primarily depends: the range and demand for products, their quality, the technological level of the production process, the qualifications and dedication of the personnel, the size of material and financial reserves. Accordingly, algorithms of actions and procedures for assessing the state of these components are being developed. Additionally, the indicators of management quality of the proposed system are examined. It is emphasized that patents, rights, licenses and quotas for the use of natural resources, as well as export quotas, rights to use land, etc., play an important role in ensuring competitiveness. This technique allows you to optimize the spent management resources to maximize the efficiency of their investments.

Keywords: competitiveness, abstract object of management, parametric impact, structural impact, organizational impact, assessment of the level of competitiveness

Уровень конкурентоспособности – основной интегральный показатель возможностей предприятия, отражающий его экономическую безопасность и оценивающий шансы устоять при неблагоприятном развитии ситуации на рынке. К неблагоприятным событиям относятся различного рода нестабильности в экономике, серьезные форс-мажорные обстоятельства, например распространение коронавирусной инфекции COVID-19 в текущем году [1, 2].

Термин конкурентоспособность определяет свойство предприятия выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичной продукцией на данном рынке [3]. Как следует из определения, конкурентоспособность – многоаспектное понятие, а значит, для повышения ее уровня требуется целый спектр активных действий, финансовых и материальных затрат.

С другой стороны, конкурентоспособность предприятия как объект управления является абстрактным объектом, что требует особых процедур оценивания уровня и алгоритмов формирования управляющих воздействий [4]. Рассмотрим указанную специфику применительно к управлению уровнем конкурентоспособности предприятия.

Материалы и методы исследования

В основе функционирования любого предприятия лежит технология производства или оказания услуг, и для этого создается система управления этой технологией, в ее ведении находятся непосредственные управленческие рычаги и необходимые ресурсы. С производственным процессом тесно связаны: персонал, качество и ассортимент выпускаемой продукции, а также материальные и финансовые запасы предприятия. Все перечисленные элементы относятся к первому уровню управления и, отображаясь, формируют абстрактный объект управления второго уровня – предприятие.

Конкурентоспособность располагается на третьем уровне, придавая системе управления иерархичность. Исследованию иерархических систем посвящено большое количество работ [5–7], однако в них чаще рассматривается реальная иерархия, представленная, например, менеджерами разного уровня. Исследуем иерархическую трехуровневую систему управления детальнее. Соответствующий состав и взаимосвязь ее элементов представлены на рисунке.

Первый уровень управления относится к производственному процессу. Входными, возмущающими воздействиями являются качество исходного сырья, материалов, энергетических носителей, инструментов и т.д. Другая составляющая возмущений поступает на производственный процесс главным образом со стороны рынка.

Цель управления производственным процессом – производство заданной продукции в требуемом рынком количестве и качестве. Свой вклад сюда вносит управление персоналом, качеством продукции и разного рода запасами.

На втором уровне объект управления – предприятие. Цели управления предприятием могут быть разными на разных этапах его существования, но в основном – это прибыльность [8] или рентабельность. К возмущающим воздействиям здесь относится всё то, что слабо управляется производством, либо не управляется им вовсе: политические, правовые и экологические условия, рыночная ситуация, поведение конкурентов и др.

Что касается третьего уровня управления – конкурентоспособности, она является отображением состояния предприятия и, естественно, разные ее аспекты обусловлены материальными носителями, с которых отображено само предприятие и состояния которых могут стать основой при формировании оценки уровня конкурентоспособности.

Кроме того, к состоянию производственных мощностей, материальных и финансовых запасов и персонала добавляется еще и состояние системы управления предприятием, а именно, ее способность организовать перечисленные составляющие к противостоянию любым угрозам со стороны конкурентов. С этой точки зрения важна ее организационная структура, нормативно-правовая база, наличие подсистемы мониторинга состояния экономики в целях выявления и прогнозирования угроз, инструментарий оценки уровня конкурентоспособности – через показатели состояния составляющих, их пороговые значения, совокупность организационных, правовых и экономических мер по предотвращению угроз и обеспечению должной конкурентоспособности [9].

Оценить конкурентоспособность можно методами, базирующимися на экономических показателях и сравнении их с пороговыми значениями. Здесь так же могут быть полезны и методы, основанные: на динамике этих показателей, на оценке уровня имеющихся угроз, на оценке ущерба от реализовавшихся угроз предприятию. Наконец, можно применять методы, рассматривающие конкурентоспособность с точки зрения экономического пространства, формируемого деятельностью более высокого по уровню хозяйствующего субъекта.

Уровень конкурентоспособности предприятия можно оценивать разными операторами, примером могут быть аддитивные, мультипликативные или комбинированные свертки. Например, уровень конкурентоспособности можно определять суммой

$$Y = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i Z_i, \qquad (1)$$

где α_i – весовые коэффициенты, Z_i – значения обусловливающих уровень безопасности параметров.

Однако такой способ оценки не дает нуля, даже если какой-нибудь составляющий элемент системы (даже самый важный) полностью вышел из строя и уровень конкурентоспособности в этом случае должен иметь нулевое значение. В этом случае выручает мультипликативный способ, при котором равенство нулю даже одного показателя обнуляет уровень конкурентоспособности:

$$Y = \prod_{i=1}^{N} Z_i^{\alpha_i}. \qquad (2)$$

Но в этих двух случаях оценка уровня конкурентоспособности имеет иногда недопустимо большой динамический диапазон.

Если же важен уровень работоспособности каждого элемента всей системы, можно смягчить оценку с помощью способа, который можно назвать осредняющим:

$$Y = \gamma_1 \sum_{i=1}^{N} \alpha_i Z_i + \gamma_2 \prod_{i=1}^{N} Z_i^{\beta_i}, \qquad (3)$$

где γ_1, γ_2 – коэффициенты, уравнивающие размерность. Для такого показателя можно установить порог срабатывания системы.

Анализ показателей, которые должны войти в эти формулы, сводится к подробному анализу каждого элемента системы. В результате можно выбрать следующие направления оценивания уровня безопасности по состоянию элементов системы: наличию прибыли, созданию запасов финансовых и материальных средств, инвестированию в инновации, повышению квалификации и мотивации персонала, созданию системы прогнозирования и опережения угроз со стороны конкурентов, укреплению юридических основ деятельности предприятия.

Поскольку уровень конкурентоспособности обусловливают по сути состояния элементов производственной системы, проще всего организовать управление ею, основываясь на применении принципа регулирования по отклонению – отклонение в *состоянии* любого элемента влечет за собой управленческие действия. Например, если уменьшение или увеличение выше нормы финансовых или материальных запасов, физическое или моральное устаревание производственных фондов, наконец, нехватка квалифицированного персонала обнаруживаются системой, обеспечивающей конкурентоспособность, она направляет управляющие воздействия в зону отклонения и пытается быстро устранить возникшее несоответствие.

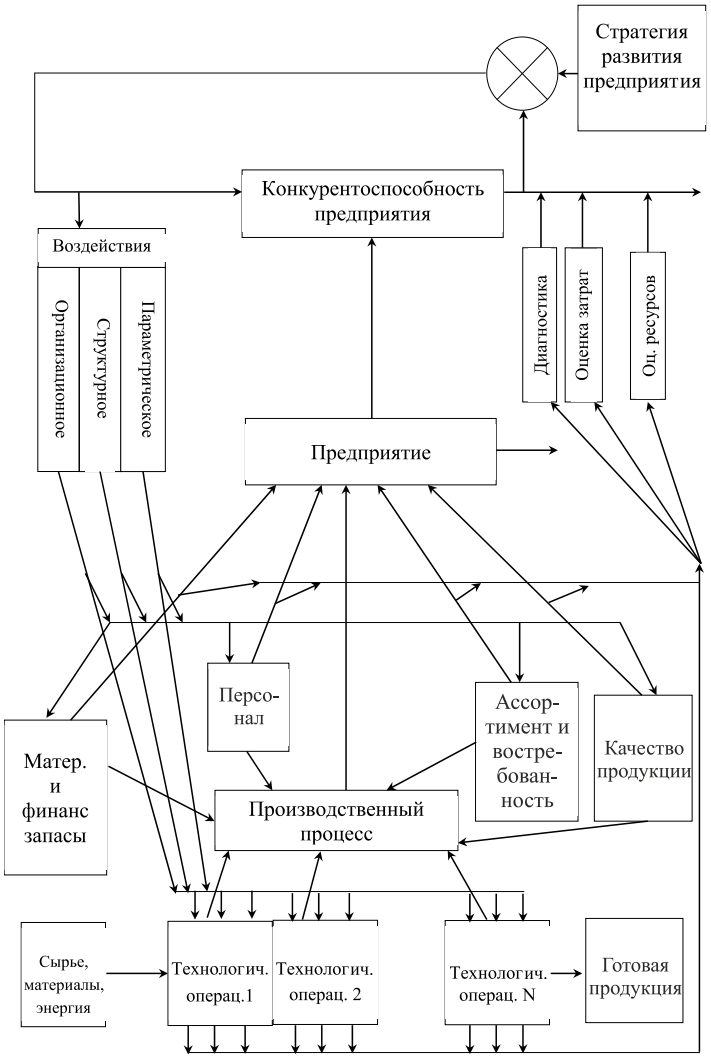


Схема управления конкурентоспособностью

Для того чтобы реакция системы была адекватной, необходимо применить адаптивное управление. В этом случае система управления должна согласовывать свои действия с заранее разработанной стратегией развития предприятия и не допускать нежелательного развития событий, а оценивать необходимое *состояние готовности* составляющих элементов системы к отражению угроз и исправлению последствий их воздействий (рисунок).

Таким образом, первый уровень в схеме на рисунке функционирует как *система стабилизации*, то есть удерживает на постоянном, заданном уровне объем и качество выпускаемой продукции. Для выполнения таких функций достаточно выполнения принципа регулирования по отклонению.

Второй контур выполняет функцию *экстремальной системы* управления – максимизирует прибыль предприятия и требует глубокого анализа управленческой информации, сложной процедуры принятия решений, так же как и точных процедур оценки происходящих изменений целевых параметров, зависящих от состояния объекта управления, а третий уровень функционирует на основе адаптивного принципа.

Поскольку на абстрактный объект – конкурентоспособность – реальное воздействие невозможно, необходимо воздействовать на все составляющие производственной системы (материальные носители), от которых отображается понятие конкурентоспособность предприятия. С другой стороны, нет смысла дублировать функционирование систем управления более низких уровней. С верхнего уровня можно оказывать параметрические, структурные и организационные воздействия. Однако для каждой из составляющих эти воздействия, разумеется, должны быть различными.

Для производственного процесса задаются параметры ассортимента и объема производимой продукции, структурно может меняться технологическое оборудование, либо устанавливаться, заменяться взаимосвязи. Наконец организационные воздействия должны быть связаны с обеспечением условий, благоприятных для выполнения поставленных перед производством задач.

Материальные и финансовые запасы предназначены для обеспечения непрерывного функционирования предприятия в форс-мажорные моменты: прекращения ритмичных поставок сырья, материалов, энергии, способствуя тем самым устойчивости функционирования производства и играя роль буфера в переходные моменты и при нестабильностях на рынке. Понятно, что эти запасы являются так же и важной составляющей системы обеспечения нужного уровня конкурентоспособности. Хотя виды воздействий (организационные, структурные, параметрические) для этой составляющей (создания запасов) остаются прежними, их природа меняется.

Необходимо следить за оптимальностью запасов, не допускать излишних объемов, а потому параметрические воздействия связаны с уточненными расчетами потребности в них. Кроме того, если позволяют финансовые средства, необходимо страховать имущество предприятия и обращать часть прибыли в инновационные инвестиции, что увеличивает стоимость и устойчивость предприятия и, в свою очередь, требует грамотной оценки рисков и величины вкладываемых средств.

Структурные воздействия связаны с изменением состава запасов, выявлением их взаимозависимостей, очередностью использования, а материальные запасы должны еще и размещаться в пространстве оптимальным образом, для их пополнения нужны надежные поставщики. Организационные воздействия призваны обеспечивать благоприятные условия пополнения, сохранности и быстрой доступности всех видов запасов.

Особая роль отводится персоналу предприятия. Без его участия не удастся должным образом мобилизовать все предыдущие составляющие. В этом случае параметрические воздействия связаны с параметрами оплаты труда, режимом работы персонала, востребованной квалификацией. Структурные воздействия связаны с заменой людей, продвижением их по служебной лестнице, изменением подчиненности и так далее. Наконец, организационные воздействия должны создавать условия, воспитывающие патриотизм по отношению к предприятию, развивающие желание повышать квалификацию и, самое главное, повышать мотивацию к защите экономических интересов предприятия. Трудовой коллектив предприятия должен быть мотивирован на производительную, качественную работу, что также обеспечивается соответствующей подсистемой управления первого уровня.

Размеры выделяемых на каждое из трех перечисленных видов изменений (воздействий) ресурсов как раз и являются предметом процедуры принятия решений на уровне управления предприятием. Здесь важно не размазывать ресурсы равномерно по всем воздействиям, а вкладывать их кумулятивно туда, где эффект от них максимален.

Как было сказано выше, необходимый уровень конкурентоспособности может

обеспечиваться с помощью трех видов управляющих воздействий: параметрических, структурных, организационных, используемых для повышения точности и скорости реакции предприятия на внешние и внутренние изменения и угрозы, а также на поддержание должного запаса устойчивости функционирования или развития предприятия. Оценить качество управления системы конкурентоспособности можно по классическим показателям: точность, быстродействие и запас устойчивости.

Результаты исследования и их обсуждение

Обеспечивая точность реагирования системы на внешние изменения и угрозы, необходимо помнить, что она обусловлена в первую очередь датчиками информации. Параметрические воздействия, обеспечивающие точность управления, связаны с режимами получения, хранения и обработки управленческой информации. Персонал, а также соответствующие датчики информации, сетевое оборудование и парк компьютеров предприятия образуют структуру, обеспечивающую точность управления, соответственно, структурные воздействия связаны с изменениями в ней. Особую роль здесь играет подсистема моделирования общей ситуации, рынка и предприятия. На нее возложено опережение угроз с целью подготовки к их отражению и, стало быть, повышение точности реагирования. Организационные воздействия должны создавать санкционированный, своевременный ранжированный доступ к информации персоналу и различным подсистемам, обеспечивать удобство ввода, вывода, поиска и так далее.

Быстродействие для системы обеспечения конкурентоспособности едва ли не самый важный показатель. За быстродействие, как и в любых других системах управления, отвечают в большей степени исполнительные устройства, а в экономических системах в первую очередь соответствующий персонал. Поэтому при уменьшении прибыльности предприятия важно, насколько быстро наступит реакция – изменением ассортимента или повышением качества продукции. При остановках производства необходимо быстро подключать созданные ранее запасы материальных средств и, используя запасенные финансовые средства, «превращать» их в недостающие ингредиенты, необходимые для возобновления производства. За поведением конкурентов должен следить маркетинговый отдел. О страховании имущества и укреплении юридических основ деятельности предприятия и обновлении соответствующих документов необходимо своевременно позаботиться соответствующим службам.

К параметрическим воздействиям, обеспечивающим быстродействие при управлении предприятием, можно отнести скорость поступления сырья, материалов, энергии, а также готовность персонала к производству в переходный момент, например при смене ассортимента. Соответственно выстраиваются все обеспечивающие структуры и создаются организационно лучшие условия, обеспечивающие их эффективное функционирование.

Устойчивость функционирования предприятия обеспечивается: параметрически – величиной производственных и финансовых запасов; структурно – невосприимчивостью к внутренним изменениям, например к текучке кадров, за счет некоторого дублирования и резервирования; организационно – обеспечением адекватного и своевременного прогноза развития событий, гибкости реагирования предприятия на возмущения, для чего необходим арсенал соответствующих средств. Среди них выделяют [10]: ресурс капитала, ресурс персонала, информационные ресурсы и ресурсы знаний по инновационным технологиям, ресурсы техники и оборудования, наконец ресурс прав. Роль последнего ресурса с развитием цивилизации, истощением природных ресурсов и повышением ценности для бизнеса нематериальных активов резко возрастает. Этот ресурс включает в себя патенты, права, лицензии и квоты на использование природных ресурсов, а также экспортные квоты, права на пользование землей и др.

Заключение

Таким образом, управление конкурентоспособностью предприятия в силу абстрактности управляемого объекта должно быть многоуровневым. С верхнего уровня управляющими воздействиями являются параметрические, структурные и организационные воздействия. Оценивать конкурентоспособность можно по состоянию составляющих: ассортимента продукции и ее востребованности, обеспечиваемому предприятием качеству этой продукции, технологическому уровню производственного процесса, квалифицированности персонала и размерам материальных и финансовых запасов.

Список литературы

1. Серебренников С.С., Моргунов Е.В., Мамаев С.М., Шерварли И.А. О стратегии экономической безопасности Российской Федерации до 2030 года // Вестник Томского

государственного университета. 2018. № 41. С. 20–28. (Экономика). DOI: 10.17223/19988648/41/1.

2. Hanna N. A role for the state in the digital age // Journal of Innovation and Entrepreneurship. 2018. Vol. 7. No. 5. P. 86–103. DOI: 10.1186/s13731–018–0086–3.

3. Silbiger S. The Ten-Day MBA. A Step-by-Step Guide to Mastering the Skills Taught In America's Top Business Schools. M.: ALPINA PUBLISHER, 2014. 390 h.

4. Pishchukhin A.M., Akhmedyanova G.F. Algorithms for synthesizing management solutions based on OLAP-technologies. Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1015. 6 p.

5. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.

6. Воронин А.А., Мишин С.П. Оптимальные иерархические структуры. М.: ИПУ РАН, 2003.

7. Попович А.Ю., Цыгичко В.Н. Проблема синтеза иерархических структур управления // Труды ИСА РАН. 2009. Т. 41. С. 233–246.

8. Васильева Н.С., Николаева Н.Ю. Обоснование критерия выбора для принятия инвестиционных решений в системах бизнеса // Проблемы современной науки и образования. 2014. № 9 (27). С. 81.

9. Сигов В.И., Песоцкий А.А. Безопасность экономического пространства региона: концептуальные основы и система показателей // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 4. С. 1236–1250. DOI: 10.17059/2017-4-21.

10. Гончаренко Л.П. Процесс обеспечения экономической безопасности предприятия // Справочник экономиста. 2004. № 12. [Электронный ресурс]. URL: https://www.profiz.ru/se/12_2004/952/ (дата обращения: 23.09.2020).