СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 5, 2020

ISSN 1812–7320

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

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

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

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,916.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,284.

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 – 27.05.2020
Дата выхода номера – 27.06.2020

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. 30,38
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2020/5
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

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

СТАТЬИ

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ТРАЕКТОРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ РЕПЕРНОГО СИГНАЛА

Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Багинов А.В., Ким Д.Б., Танаев А.Б., Чудаев С.О. *9*

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Андрашитов Д.С., Гежа С.А., Филимонов А.А. *15*

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ГИБКОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ IDEF0-ДИАГРАММЫ

Вакалюк А.А., Басманов С.Н. *20*

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЯ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Гоц А.Н., Клевцов В.С. *26*

КОРРЕКТИРУЮЩИЙ МЕТОД АДАПТАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ К ВЛИЯНИЮ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ ТРАКТОВ

Гурский С.М. *33*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ОБМЕНА ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Иванова Н.А., Кубанских О.В., Нечаев С.Г. *39*

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ PRESENT

Ищукова Е.А., Салманов В.Д., Шамильян О.П., Половко И.Ю. *44*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Карпов А.В. *50*

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ ЭКСТРАКТИВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗОПРЕНА

Кривошеев В.П., Филимонцев Е.А., Ефимов И.М. *56*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛЕГКИХ И СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ

Кучер А.И., Алексанян Г.К., Щербаков И.Д. *63*

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ГРАВИРАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПЛОЩАДЕЙ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Мотрюк Е.Н., Вельтистова О.М. *70*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

Носова М.Г., Садыков В.Д. *79*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ПЕЧАТНЫХ СИМВОЛОВ РАЗНЫХ ШРИФТОВ

Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Романенко И.И., Еличев К.А. 85

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Ризванов Д.А., Чернышев Е.С., Ризванов К.А. 91

АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА КРУЧЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ ПРОКАТНОГО ПРОФИЛЯ В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ FREEFEM++

Рябоконь А.С., Ткаченко О.П. 96

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ БРОНХ-НАВИГАЦИИ

Соловьева С.Н., Рычков Д.А. 101

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНОМ ЦЕНТРЕ (СИРЦ) СОЮЗА МЬЯНМЫ

Тхуреин К.Л., Богданов А.В., Пья Сон Ко Ко, Чжо За 109

ОБЗОРЫ

ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЮ

Габдиев Ф.Ф., Сметанина О.Н., Сазонова Е.Ю. 114

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

СТАТЬИ

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ В ВУЗЕ

Абдуллаева Г.М. 122

ПОКАЗАТЕЛИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И СТЕПЕНЬ ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ СО СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ У ЮНЫХ ПЛОВЦОВ ОБОИХ ПОЛОВ 15–17 ЛЕТ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

Авдиенко В.Б., Бганцева И.В., Солопов И.Н. 127

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЕРСОНАЛЬНОГО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Алексеева Г.И., Михалева О.И., Абрамова Д.Г. 134

МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИАЛЬНОГО ПЕДАГОГА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ЦЕНТРА С РОДИТЕЛЯМИ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Алпатова О.Б. 139

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОМЕНА ДЕФИЛЕ В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Васильева Е.Н. 144

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Власенко О.В., Накохова Р.Р. 149

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОНЛАЙН-КУРСА «БИОЭТИКА» В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Воробьева С.А., Завершинская Н.А., Неронова М.Ю., Маймистов Д.Н. 154

ВЛИЯНИЕ ПЛАВАНИЯ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ

Григан С.А., Шутьева Е.Ю., Шенгелая С.А. 160

ДИСТАНЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ВУЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКЦИОННОГО ПОДХОДА

Денисов М.П., Габидуллина Л.И. *165*

ХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В ПАРАМЕТРАХ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

Егорова Г.И., Лосева Н.И., Беляк Е.Л., Попова Е.М. *170*

СУЩНОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Ильмушкин Г.М., Пискунов А.В. *175*

ОРГАНИЗАЦИЯ ЕДИНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЗАНСКОГО КОЛЛЕДЖА ТЕХНОЛОГИИ И ДИЗАЙНА СРЕДСТВАМИ СЕРВИСА GOOGLE

Исхакова И.И. *180*

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЕ ОСНОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Ковчина Н.В., Игнатова В.В. *185*

РАЗВИТИЕ НАВЫКА КРЕАТИВНОСТИ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Кораблина М.В. *190*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И САМОИЗОЛЯЦИИ

Милько М.М., Гуремина Н.В. *195*

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ–ЮРИСТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ ВУЗА К РАБОТЕ В ИНДУСТРИИ 4.0

Митрофанова Т.В., Смирнова Т.Н., Копышева Т.Н., Деревянных Е.А., Максимов А.Н. *201*

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ АНАЛИТИКО-ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМАТЕ ХАКАТОНА ПО РАЗРАБОТКЕ СОЦИООРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ СТУДЕНТАМИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Богданова Е.П., Бурлева Л.Г. *206*

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОУРОВНЕВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Остапенко Н.А. *213*

СИТУАЦИЯ ВЫНУЖДЕННОЙ САМОИЗОЛЯЦИИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ И АКАДЕМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Сидячева Н.В., Зотова Л.Э. *218*

ЛОНГИТЮДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЛИНГВИСТОВ: ОЦЕНКА ОТЛОЖЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭФФЕКТА

Соснина Е.П., Старостина Н.Н. *226*

ИНФОРМАЦИОННО-МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ ДИСЦИПЛИНАРНОЙ КОНВЕРГЕНЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

Штагер Е.В. *232*

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УРОКА ОБЩЕМЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ – ОБОБЩЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Якунчев М.А., Романова Е.Н., Киселева А.И., Андреева А.Д. *238*

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

DIAGNOSTICS OF THE STATE OF THE INFORMATION CHANNEL USING THE STATISTICAL TRAJECTORY CHARACTERISTICS OF THE REFERENCE SIGNAL

Ageeva E.T., Afanasev N.T., Baginov A.B., Kim D.B., Tanaev A.B., Chudaev S.O. *9*

PROBLEM ISSUES OF INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENTS ONBOARD SPACE VEHICLES

Andrahitov D.S., Gezha S.A., Filimonov A.A. *15*

AN APPROACH DEVELOPING TO CREATING A FLEXIBLE USER INTERFACE BASED ON THE IDEF0-DIAGRAM CONVERSION

Vakalyuk A.A., Basmanov S.N. *20*

METHOD FOR CALCULATING THE HEAT-STRESSED STATE OF THE CYLINDER HEAD OF A LIQUID-COOLED DIESEL ENGINE

Gots A.N., Klevtsov V.S. *26*

CORRECTIVE METHOD OF ADAPTATION OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS TO THE INFLUENCE OF DAMAGE TO ELEMENTS OF ANTENNA-FEEDER PATHS

Gurskiy S.M. *33*

MODELING SYNCHRONOUS DATA EXCHANGE IN A DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM OF AN ORGANIZATION

Ivanova N.A., Kubanskikh O.V., Nechaev S.G. *39*

METHODS FOR INCREASING DATA ENCRYPTION SPEED USING PRESENT ENCRYPTION ALGORITHM

Ishchukova E.A., Salmanov V.D., Shamilyan O.P., Polovko I.Yu. *44*

ENERGY OPTIMIZATION CRITERION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MATERIAL CUTTING

Karpov A.V. *50*

SYNTHESIS OF AN EXTRACTIVE RECTIFICATION UNIT CONTROL SYSTEM IN THE PRODUCTION OF ISOPRENE

Krivosheev V.P., Filimontsev E.A., Efimov I.M. *56*

INTELLECTUAL IDENTIFICATION OF LUNG AND HUMAN HEART BASED ON THE RESULTS OF FIELD MONITORING OF CHANGE OF CONDUCTIVITY OF THE BREAST CAVITY BY ELECTRIC IMPEDANCE TOMOGRAPHY AND PULSE RESULTS

Kucher A.I., Aleksanyan G.K., Scherbakov I.D. *63*

SELECTION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR SOLVING THE INVERSE PROBLEMS OF GRAVOGRAPHIC EXPLORATION ON THE BASIS OF A CRITERIAL APPROACH FOR AREAS OF THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

Motryuk E.N., Veltistova O.M. *70*

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A MATHEMATICAL MODEL FOR THE PROCESS OF CONSUMPTION OF COMPUTER RESOURCES WHEN APPLYING THE VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY

Nosova M.G., Sadykov V.D. *79*

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE METHOD FOR DETERMINING TYPES OF PRINTED SYMBOLS OF DIFFERENT FONTS
Pint E.M., Petrovnina I.N., Romanenko I.I., Elichev K.A. 85

PLANNING OF ENTERPRISE PRODUCTION CAPACITIES USING A MULTI-AGENT APPROACH
Rizvanov D.A., Chernyshev E.S., Rizvanov K.A. 91

ALGORITHM FOR THE NUMERICAL ANALYSIS OF THE TORSION OF THE RODS OF ROLLED PROFILES IN THE APPLICATION PACKAGE FREEFEM++
Ryabokon A.S., Tkachenko O.P. 96

DEVELOPMENT OF THE MODEL OF ROUTING FOR BRONCHONAVIGATION
Soloveva S.N., Rychkov D.A. 101

BIG DATA PROCESSING TECHNOLOGIES IN THE SPECIALIZED INFORMATION RESOURCE CENTER (SIRC) OF THE UNION OF MYANMAR
Tkhurein K.L., Bogdanov A.V., Pyae Sone Ko Ko, Kyaw Zaya 109

REVIEWS

DEEP NEURAL NETWORKS FOR SOLVING PERSONAL RECOGNITION TASK
Gabdiev F.F., Smetanina O.N., Sazonova E.Yu. 114

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

ARTICLES

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR MODEL FORMATION PROFESSIONAL COMPETENCIES OF DESIGN STUDENTS AT THE UNIVERSITY
Abdullaeva G.M. 122

INDICATORS OF THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS AND THE DEGREE OF THEIR RELATIONSHIP WITH SPORTS PERFORMANCE OF YOUNG 15–17 YEAR-OLD SWIMMERS OF BOTH SEXES WITH DIFFERENT BIOLOGICAL MATURITY
Avdienko V.B., Bgantzeva I.V., Solopov I.N. 127

THE ARTICLE IS DEVOTED TO THE ISSUES OF CHANGING THE CONTENT AND FORMS OF FURTHER PROFESSIONAL EDUCATION
Alekseeva G.I., Mikhaleva O.I., Abramova D.G. 134

ETHODS OF INTERACTION OF A SOCIAL TEACHER OF A REHABILITATION CENTER WITH PARENTS OF CHILDREN WITH DISABILITIES
Alpatova O.B. 139

RESEARCH OF THE PHENOMENON OF DEFILE IN THE CONTEXT OF SOCIO-CULTURAL ACTIVITIES
Vasileva E.N. 144

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL WORK OF PROFESSIONAL READINESS OF STUDENTS-DESIGNERS TO PROJECT ACTIVITY THROUGH COMPUTER TECHNOLOGIES
Vlasenko O.V., Nakohova R.R. 149

FEATURES OF TEACHING THE ONLINE COURSE «BIOETHICS» IN A PHARMACEUTICAL UNIVERSITY
Vorobeva S.A., Zavershinskaya N.A., Neronova M.Yu., Maymistov D.N. 154

INFLUENCE OF SWIMMING ON THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN AT EARLY AGE
Grigan S.A., Shuteva E.Yu., Shengelaya S.A. 160

DISTANCE LEARNING TOOLS FOR BASICS OF PROGRAMMING IN UNIVERSITIES USING RULE-BASED APPROACH
Denisov M.P., Gabidullina L.I. *165*

CHEMICAL PREPARATION IN THE PARAMETERS OF THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL CULTURE OF STUDENTS IN SCHOOL AND UNIVERSITY
Egorova G.I., Loseva N.I., Belyak E.L., Popova E.M. *170*

ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF EDUCATIONAL POTENTIAL PROFESSIONAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS
Ilmushkin G.M., Piskunov A.V. *175*

THE UNIFIED ELECTRONIC LEARNING ENVIRONMENT IN EDUCATIONAL ACTIVITY OF KAZAN COLLEGE OF TECHNOLOGY AND DESIGN MEANS OF GOOGLE
Iskhakova I.I. *180*

COMPETENCE BASES OF SOCIAL INTERACTION IN THE PROFESSIONAL SPHERE
Kovchina N.V., Ignatova V.V. *185*

FOSTERING A CREATIVITY SKILL AMONG ENGINEERING STUDENTS IN THE PROCESS OF A FOREIGN LANGUAGE TEACHING
Korablina M.V. *190*

STUDENTS PHYSICAL ACTIVITY INVESTIGATION IN CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING AND SELF-ISOLATION
Milko M.M., Guremina N.V. *195*

ON POSSIBILITY OF PREPARING STUDENTS-LAWYERS OF JUNIOR COURSES OF HIGHER EDUCATION FOR WORK IN INDUSTRY 4.0
Mitrofanova T.V., Smirnova T.N., Kopysheva T.N., Derevyannykh E.A., Maksimov A.N. *201*

METHODOLOGY OF ORGANIZING ANALYTICAL-PROJECT ACTIVITY IN THE HACKATON FORM FOR THE DEVELOPMENT OF SOCIALLY-ORIENTED PRODUCTS BY STUDENTS OF NATURAL SCIENTIFIC DIRECTIONS
Nesgovorova N.P., Savelyev V.G., Bogdanova E.P., Burleva L.G. *206*

FIRST-YEAR STUDENTS ADAPTATION IN THE MULTILEVEL EDUCATIONAL COMPLEX AS THE PEDAGOGICAL PROBLEM
Ostapenko N.A. *213*

SITUATION OF FORCED SELF-ISOLATION DURING THE PANDEMIC: PSYCHOLOGICAL AND ACADEMIC ASPECTS
Sidyacheva N.V., Zotova L.E. *218*

LONGITUDINAL STUDY OF CRITICAL THINKING MODEL AMONG STUDENT LINGUISTS: ESTIMATION OF DELAYED EXPERIMENTAL EFFECT
Sosnina E.P., Starostina N.N. *226*

INFORMATION AND WORLDVIEW ASPECT OF DISCIPLINARY CONVERGENCE OF ENGINEERING UNIVERSITY
Shtager E.V. *232*

TECHNOLOGY OF DESIGNING A LESSON OF A GENERAL METHODOLOGICAL DIRECTION – GENERALIZATION OF EDUCATIONAL MATERIAL
Yakunchev M.A., Romanova E.N., Kiseleva A.I., Andreeva A.D. *238*

СТАТЬИ

УДК 519.6:004

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ТРАЕКТОРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ РЕПЕРНОГО СИГНАЛА

[1]Агеева Е.Т., [2]Афанасьев Н.Т., [1]Багинов А.В., [1]Ким Д.Б., [2]Танаев А.Б., [2]Чудаев С.О.

[1]ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Братск;

[2]ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: spacemaklay@gmail.com

Рассмотрены вопросы диагностики состояния канала передачи информации между корреспондентами. На основе ранее предложенной нами схемы численно-аналитической алгоритмизации статистических расчетов разработана оперативная методика оценки ожидаемых характеристик сигнала, прошедшего возмущенный информационный канал. Для реализации методики в качестве входных параметров используются данные измерений статистических моментов характеристик пробного сигнала на неспециализированной реперной трассе, подобной основной. С использованием лучевого приближения и метода возмущений для реперной трассы получены функциональные соотношения, связывающие дисперсии флуктуаций фазы, групповой задержки и доплеровского сдвига частоты пробного сигнала с параметрами хаотических неоднородностей канала. В качестве модели средней диэлектрической проницаемости канала используется произвольный аналитический высотный профиль. Модель хаотических возмущений канала характеризуется пространственно-временным корреляционным эллипсоидом. Временные флуктуации среды учтены в рамках гипотезы о замороженном переносе. Статистическая пространственная неоднородность случайного поля неоднородностей задана функцией, связанной со средней диэлектрической проницаемостью, и учитывает изменения параметров неоднородностей в зависимости от пути распространения сигнала в информационном канале. Выполнено обращение полученных функциональных соотношений для статистических траекторных моментов сигнала на реперной трассе для модели эффективного корреляционного эллипсоида с ограниченным числом параметров. Восстановленные параметры эллипсоида используются в аналитических формулах для расчета ожидаемых траекторных моментов сигнала на заданной трассе. Получены приближенные аналитические формулы явной связи статистических траекторных характеристик сигналов на заданной и реперной трассах.

Ключевые слова: диагностика, сигнал, информационный канал, флуктуации, статистические моменты, алгоритмы, численные и аналитические методы

DIAGNOSTICS OF THE STATE OF THE INFORMATION CHANNEL USING THE STATISTICAL TRAJECTORY CHARACTERISTICS OF THE REFERENCE SIGNAL

[1]Ageeva E.T., [2]Afanasev N.T., [1]Baginov A.B., [1]Kim D.B., [2]Tanaev A.B., [2]Chudaev S.O.

[1]Bratsk State University, Bratsk;

[2]Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: spacemaklay@gmail.com

The diagnosis issuesof the information transfer channel's condition between correspondents were considered. We developed an operational methodology for assessing the expected characteristics of a signal transmitted through a perturbed information channel that is based on the previously proposed scheme of numerical analytical algorithmization of statistical calculations. The measurement data of the statistical moments of the probe signal characteristics on unspecialized reference track similar to the main one are used as input parameters for implement of the methodology.Using the ray approximation and the perturbation method for the reference path, the functional relations that connect the variances of phase fluctuations, group delay and Doppler frequency shift of the probe signal with the parameters of the channel's chaotic irregularitiesare obtained.An arbitrary analytical altitude profile is used as a model of the average dielectric constant of the channel. The model of chaotic channel disturbances is characterized by a spatio-temporal correlation ellipsoid. Temporary fluctuations of the medium are taken into account in the framework of the frozen turbulence hypothesis.The statistical spatial heterogeneity of a random field of inhomogeneities is given by a function associated with the average dielectric constant, and takes into account changes in the parameters of the irregularities depending on the signal propagation path in the information channel. The obtained functional relations are transformed for the statistical trajectory moments of the signal on the reference track for the model of an effective correlation ellipsoid with a limited number of parameters.The restored ellipsoid parameters are used in analytical formulas to calculate the expected trajectory moments of the signal on given path. Approximate analytical formulas are obtained for the explicit connection of the signals' statistical trajectory characteristics on a given and reference paths.

Keywords: diagnostics, signal, information channel, fluctuations, statistical moments, algorithms, numerical and analytical methods

Теория передачи сигналов в стохастическом информационном канале получила интенсивное развитие благодаря разработке новых аналитических методов расчета случайных волновых полей [1]. Что касается прогнозирования характеристик сигналов в реальных каналах, то на данном пути возникает ряд проблем [2]. Прежде всего, это связано с тем, что при решении прикладных задач параметры стохастической структуры канала зачастую неизвестны, либо известны с малой долей вероятности. В этих ус-

ловиях надежный расчет ожидаемых статистических характеристик сигналов при связи между корреспондентами затруднителен. Одним из вариантов решения данной проблемы является предварительное определение параметров стохастической структуры канала по характеристикам принятого пробного сигнала на некоторой реперной трассе, подобной по своим свойствам заданной трассе. Для решения обратной задачи на реперной трассе вначале необходимо получить функциональные соотношения, связывающие характеристики пробного сигнала и параметры случайных неоднородностей канала. Несмотря на то, что эти соотношения достаточно сложны, решение обратной задачи здесь возможно за счет упрощения модели неоднородной структуры канала. В данном направлении был получен ряд важных результатов, благодаря описанию поля случайных неоднородностей с помощью многопараметрической модели гауссова корреляционного эллипсоида [3]. Однако определение всех параметров эллипсоида требует большого числа измеряемых статистических характеристик сигнала и в общем случае неоднозначно.

Обратная задача на реперной трассе решается в настоящей работе для модели эффективного корреляционного эллипсоида с малым числом параметров, характеризующей более общие свойства стохастической структуры среды канала и допускающей простое обращение функциональных соотношений между характеристиками реперного сигнала и параметрами случайного поля неоднородностей. Обобщенные параметры поля неоднородностей, восстановленные таким образом, представляют и самостоятельный интерес, поскольку они содержат интегральную информацию о статистической изменчивости канала. Найденные параметры эллипсоида, выраженные через характеристики принятого реперного сигнала, в дальнейшем используются в качестве входных параметров в алгоритме расчета статистических характеристик основного сигнала на заданной трассе. Рассмотрена возможность непосредственного использования параметров реперного сигнала для расчета ожидаемых характеристик основного сигнала в пункте назначения.

Цель работы заключается в создании методики оценки ожидаемых статистических траекторных характеристик сигнала в информационном канале по данным измерений траекторных моментов пробного сигнала на реперной трассе.

Основные теоретические соотношения

Для надежной и качественной передачи информации корреспонденту, находящемуся на заданном расстоянии от источника, необходимо знать ожидаемые флуктуации характеристик принятого сигнала в пункте назначения. Среди измеряемых характеристик большое значение имеют статистические моменты фазы, групповой задержки и доплеровского смещения частоты сигнала. Наиболее просто эти характеристики можно рассчитать в приближении геометрической оптики [4]. Очевидно, что для расчета флуктуаций характеристик сигнала необходимо знать параметры и свойства случайно-неоднородной среды канала, соединяющего корреспондентов.

Пусть $\varepsilon(x, z, \tau)$ – пространственно-временная случайная функция диэлектрической проницаемости, описывающая возмущенную среду канала. В лучевом приближении для совместного расчета фазы, групповой задержки и доплеровского сдвига частоты сигнала соответственно имеем стохастические интегралы по траектории:

$$\varphi = \frac{\omega}{c}\int^{S}\sqrt{\varepsilon(x,z,\tau)}\,dS\,,\ t = \int^{S}\frac{dS}{c\sqrt{\varepsilon(x,z,\tau)}},$$

$$\Delta\omega = -\frac{\omega}{c}\frac{\partial}{\partial\tau}\int^{S}\sqrt{\varepsilon(x,z,\tau)}\,dS\,, \qquad (1)$$

где τ – время, ω – циклическая частота, c – скорость света, dS – элемент дуги траектории, соединяющей корреспондентов и являющейся решением системы уравнений

$$\frac{dx}{dt} = c\sqrt{\varepsilon}\cdot\sin\beta\,,\ \frac{dz}{dt} = c\sqrt{\varepsilon}\cdot\cos\beta\,,$$

$$\frac{d\beta}{dt} = c\frac{\partial\sqrt{\varepsilon}}{\partial x}\cdot\cos\beta - c\frac{\partial\sqrt{\varepsilon}}{\partial z}\cdot\sin\beta\,, \qquad (2)$$

где x, z – текущие координаты луча, β – угол рефракции, dt – элемент групповой задержки.

Расчет флуктуаций траекторных характеристик проведем в приближении метода возмущений [5]. Для функций, входящих в уравнения (1), (2), используем разложения: $\varepsilon = \varepsilon_0(z,\tau) + \varepsilon_1(x,z,\tau)$, $\varphi = \varphi_0 + \varphi_1$, $t = t_0 + t_1$, $\Delta\omega = \Delta\omega_0 + \Delta\omega_1$, $S = S_0 + S_1$, $x = x_0 + x_1$, $z = z_0 + z_1$, $\beta = \beta_0 + \beta_1$. Подставляя эти разложения в (1), (2) и проводя линеаризацию при условии $|\varepsilon_1| << \varepsilon_0$, в нулевом приближении имеем

$$\varphi_0 = \omega\int_0^{t_к}\varepsilon_0(z_0,\tau)dt_0, \Delta\omega_0 = -\omega\frac{\partial}{\partial\tau}\int_0^{t_к}\varepsilon_0(z_0,\tau)dt_0\,, \qquad (3)$$

$$\frac{dx_0}{dt} = c\sqrt{\varepsilon_0}\sin\beta_0, \frac{dz_0}{dt} = c\sqrt{\varepsilon_0}\cos\beta_0, \frac{d\beta_0}{dt} = -c\frac{\partial\sqrt{\varepsilon_0}}{\partial z_0}\sin\beta_0 \quad (4)$$

соответственно, для поправок первого порядка малости:

$$\varphi_1 = \frac{\omega}{2}\int_0^{t_к}\left(z_1\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z_0} + \frac{2\sqrt{\varepsilon_0}\cos\beta_0}{c}\frac{dz_1}{dt} + \varepsilon_1\right)dt_0, \quad (5)$$

$$t_1 = -\int_0^{t_к}\frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0}\cdot\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z}z_1(t_0)dt_0 - \frac{1}{2}\int_0^{t_к}\frac{\varepsilon_{10}(t)}{\varepsilon_0(t_0)}dt_0, \quad (6)$$

$$\Delta\omega_1 = -\frac{\omega}{2}\int_0^{t_к}\frac{\partial\varepsilon_1}{\partial\tau}dt_0 + \frac{\omega}{4}\int_0^{t_к}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial\tau}dt_0, \quad (7)$$

$$\frac{dz_1}{dt} = -c\sqrt{\varepsilon_0}\beta_1\sin\beta_0 + c\cos\beta_0\frac{1}{2\sqrt{\varepsilon_0}}\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z_0}z_1 + c\cos\beta_0\frac{1}{2}\frac{\varepsilon_1}{\sqrt{\varepsilon_0}}, \quad (8)$$

$$\frac{dx_1}{dt} = c\sqrt{\varepsilon_0}\beta_1\cdot\cos\beta_0 + c\sin\beta_0\frac{1}{2\sqrt{\varepsilon_0}}\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z_0}z_1 + c\sin\beta_0\frac{1}{2}\frac{\varepsilon_1}{\sqrt{\varepsilon_0}}, \quad (9)$$

$$\frac{d\beta_1}{dt} = -c\frac{\partial\sqrt{\varepsilon_0}}{\partial z_0}\beta_1\cos\beta_0 - c\cdot\sin\beta_0\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{2\sqrt{\varepsilon_0}}\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z_0}\right)z_1 -$$
$$-c\cdot\sin\beta_0\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{2}\frac{\varepsilon_1}{\sqrt{\varepsilon_0}}\right) + c\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{2}\frac{\varepsilon_1}{\sqrt{\varepsilon_0}}\right)\cos\beta_0, \quad (10)$$

где x_0, z_0, β_0, φ_0, t_0, $\Delta\omega_0$, x_1, z_1, β_1, φ_1, t_1, $\Delta\omega_1$ – средние и флуктуационные характеристики сигнала; $t_к$ – групповая задержка сигнала в пункте назначения $x_к$, функция ε_0 – описывает среднюю диэлектрическую проницаемость канала, ε_1 – случайные возмущения. Важно отметить, что флуктуация текущей траектории $z_1(t_0)$, входящая в интегралы (5), (6), должна удовлетворять граничным условиям: $z_1(0) = z_1(t_к) = 0$.

Для расчета флуктуации $z_1(t_0)$ используем выражение, полученное в результате решения краевой траекторной задачи [6, 7]:

$$z_1(t_0) = R_1(t_0)\cdot\int_{t_к}^{t_0}\frac{R_2(t)\cdot B_1}{c\cdot\sin\beta_н\cdot R_1(t_к)}dt - R_2(t_0)\cdot\int_0^{t_0}\frac{R_1(t)\cdot B_1}{c\cdot\sin\beta_н\cdot R_1(t_к)}dt, \quad (11)$$

где $\beta_н$ – угол входа луча в канал $B_1 = \frac{c^2}{2}\cdot\frac{\partial\varepsilon_1}{\partial z_0}$, $R_1 = \frac{\partial z_0}{\partial\beta_н}(t)$, $R_2 = \frac{\partial z_0}{\partial\beta_н}(t_к - t)$. Подставляя (11) в (5), (6) и считая $\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial\tau} << \frac{\partial\varepsilon_1}{\partial\tau}$, после аналитических преобразований, имеем

$$\varphi_1 = \frac{\omega}{2}\int_0^{t_к}\varepsilon_1\,dt_0,\ t_1 = \int_0^{t_к}\frac{\partial\varepsilon_1}{\partial z_0}(t_0)F(t_0)dt_0 - \frac{1}{2}\int_0^{t_к}\frac{\varepsilon_1(t_0)}{\varepsilon_0(t_0)}dt_0,\ \Delta\omega_1 = -\frac{\omega}{2}\int_0^{t_к}\frac{\partial\varepsilon_1}{\partial\tau}dt_0, \quad (12)$$

где $F(t) = F_1(t) + F_2(t)$, $F_1(t) = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)}R_2(t)P_1(t)$, $F_2(t) = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)}R_1(t)P_2(t)$,

$$P_1(t) = \int_0^t\frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0}\cdot\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z}R_1(t)dt,\ P_2(t) = \int_t^{t_к}\frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0}\cdot\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z}R_2(t)dt.$$

На основе (12) составим статистические моменты сигнала, принятого в пункте $x_к$:

$$\sigma_\varphi^2 = \left\langle \varphi_1^2 \right\rangle = \left\langle \frac{\omega^2}{4} \int_0^{t_к} \varepsilon_1(z_1(t_1), x_1(t_1))\, dt_1 \cdot \int_0^{t_к} \varepsilon_1(z_2(t_2), x_2(t_2)) dt_2 \right\rangle =$$

$$= \frac{\omega^2}{4} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \left\langle \varepsilon_1(z_1(t_1), x_1(t_1))\ \varepsilon_1(z_2(t_2), x_2(t_2)) \right\rangle dt_1 dt_2 = \frac{\omega^2}{4} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} N(t_1, t_2)\, dt_1 dt_2, \qquad (13)$$

$$\sigma_{\Delta t}^2 = \left\langle t_1^2 \right\rangle = \left\langle \left(\int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_1) F(t_1) dt_1 - \frac{1}{2} \int_0^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t_1)}{\varepsilon_0(t_1)} dt_1 \right) \cdot \left(\int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_2) F(t_2) dt_2 - \frac{1}{2} \int_0^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t_2)}{\varepsilon_0(t_2)} dt_2 \right) \right\rangle =$$

$$= \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \left\langle \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_1) \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_2) \right\rangle F(t_1) F(t_2) dt_1 dt_2 - \frac{1}{2} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \left\langle \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_1) \varepsilon_1(t_2) \right\rangle \frac{F(t_1)}{\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2 -$$

$$- \frac{1}{2} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \left\langle \varepsilon_1(t_1) \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_2) \right\rangle \frac{F(t_2)}{\varepsilon_0(t_1)} dt_1 dt_2 + \frac{1}{4} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \left\langle \varepsilon_1(t_1) \varepsilon_1(t_2) \right\rangle \frac{1}{\varepsilon_0(t_1)\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2 =$$

$$= \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \frac{\partial^2 N}{\partial z_{01} \partial z_{02}} F(t_1) F(t_2) dt_1 dt_2 - \frac{1}{2} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \frac{\partial N}{\partial z_{01}} \frac{F(t_1)}{\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2 -$$

$$- \frac{1}{2} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \frac{\partial N}{\partial z_{02}} \frac{F(t_2)}{\varepsilon_0(t_1)} dt_1 dt_2 + \frac{1}{4} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \frac{N}{\varepsilon_0(t_1)\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2, \qquad (14)$$

$$\sigma_\omega^2 = \left\langle \Delta\omega_1^2 \right\rangle = \left\langle \frac{\omega}{2} \int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1(\tau_1)}{\partial \tau_1} dt_1 \frac{\omega}{2} \int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1(x_2)}{\partial \tau_2} dt_2 \right\rangle = \frac{\omega^2}{4} \int_0^{t_к}\int_0^{t_к} \frac{\partial^2 N}{\partial \tau_1 \partial \tau_2} dt_1 dt_2, \qquad (15)$$

где $\langle\ \rangle$ – знак усреднения по ансамблю неоднородностей канала, $N(x_1, z_1, \tau_1, x_2, z_2, \tau_{2,}) = \left\langle \varepsilon_1(x_1, z_1, \tau_1) \varepsilon_1(x_2, z_2, \tau_2) \right\rangle$ – функция корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости. Рассмотрим условия квазиоднородного случайного поля неоднородностей канала, когда $N = N_1 N_0$. Здесь N_0 – однородная часть корреляционной функции. Функция N_1 характеризует статистическую неоднородность случайного поля неоднородностей и учитывает непостоянство параметров неоднородностей в канале. Далее в качестве функции N_1 рассмотрим зависимость $N_1 = \mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2$, где μ^2 – интенсивность неоднородностей канала. Движение неоднородностей учтем в рамках гипотезы о переносе замороженной турбулентности [8]: $N_0 = \exp\left(-\frac{1}{a^2} \left[(x_1 - x_2)^2 + (z_1 - z_2 - V(\tau_1 - \tau_2))^2 \right] \right)$, где a – масштаб возмущений, V – скорость движения поля неоднородностей. Считая, что функция N_1 изменяется более медленно, чем N_0, интегралы (13)–(15) можно преобразовать, используя метод метод суммарно-разностного интегрирования [8]:

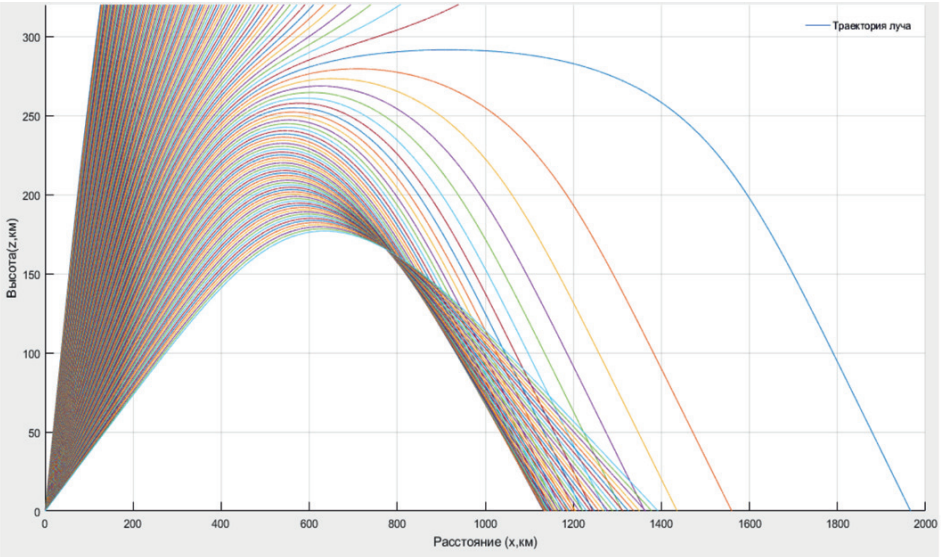
$$\sigma_\varphi^2 = \int_0^{t_к} \frac{\sqrt{\pi} \omega^2 a \mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{4c\sqrt{\varepsilon_0}} dt_0, \sigma_\omega^2 = \int_0^{t_к} \frac{\omega^2 \sqrt{\pi} V^2 \mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{2a} \frac{\sin^2 \beta_0}{c\sqrt{\varepsilon_0}} dt_0, \qquad (16)$$

$$\sigma_{\Delta t}^2 = \int_0^{t_k} [F(t)]^2 \frac{\mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{\sqrt{\varepsilon_0^{\,3}}} 2 \sin^2 \beta_н \frac{\sqrt{\pi}}{ac} dt + \int_0^{t_k} \frac{\sqrt{\pi} a}{4c} \frac{\mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{\sqrt{\varepsilon_0^{\,5}}} dt. \qquad (17)$$

Диагностика состояния канала

Для расчета ожидаемых траекторных моментов сигнала по формулам (16), (17) необходимы параметры корреляционного эллипсоида μ^2, V, a, которые в общем случае неизвестны, но их можно определить, решая обратную задачу на некоторой подобной (реперной) трассе. Источник реперного сигнала может находиться на некотором расстоянии от пункта назначения основного сигнала, а пункт приема реперного сигнала совпадает с пунктом

излучения основного сигнала. На рис. 1 приведены возможные реперные трассы для основной трассы, длиной $x_к = 1200$ км. Расчеты выполнены в однослойном канале, средняя диэлектрическая проницаемость которого задана функцией: $\varepsilon_0 = 1 - \frac{f_{кр}^2}{f^2}\exp\left(-\left(\frac{z - z_m}{y_m}\right)^2\right)$, где z_m, y_m, $f_{кр}$ – высота минимума, полутолщина и критическая частота слоя. Параметры модели составляли: $z_m = 300$ км, $y_m = 150$ км, $f_{кр} = 7$ МГц. Рабочая частота $f = 12$ МГц.



Возможные реперные трассы в диэлектрическом информационном канале для дистанции между корреспондентами $x_к = 1200$ км

Для определения параметров корреляционного эллипсоида используем вышеприведенные аналитические расчеты. В частности, для дисперсий траекторных характеристик сигнала на реперной трассе x_p имеем

$$\sigma_{\varphi p}^2 = \int_0^{t_p} \frac{\sqrt{\pi}\omega^2 a \mu^2 (1-\varepsilon_0)^2}{4c\sqrt{\varepsilon_0}} dt_0,\ \sigma_{\omega p}^2 = \int_0^{t_p} \frac{\omega^2\sqrt{\pi} V^2 \mu^2 (1-\varepsilon_0)^2}{2a} \frac{\sin^2\beta_0}{c\sqrt{\varepsilon_0}} dt_0, \tag{18}$$

$$\sigma_{\Delta tp}^2 = \int_0^{t_p} \left[F(t_0)\right]^2 \frac{\mu^2(1-\varepsilon_0)^2}{\sqrt{\varepsilon_0^{\,3}}} 2\sin^2\beta_p \frac{\sqrt{\pi}}{ac} dt_0 + \int_0^{t_p} \frac{\sqrt{\pi}a}{4c} \cdot \frac{\mu^2(1-\varepsilon_0)^2}{\sqrt{\varepsilon_0^{\,5}}} dt_0 . \tag{19}$$

где β_p – угол входа реперного сигнала в канал. Решая уравнения (18), (19) относительно неизвестных параметров неоднородностей, имеем

$$\mu^2 = \sqrt{\frac{J_1\sigma_{\Delta tp}^2 - J_3\sigma_{\varphi p}^2}{J_2 J_1^2}},\ a = \frac{\sqrt{J_2\sigma_{\varphi p}^2}}{\sqrt{J_1\sigma_{\Delta tp}^2 - J_3\sigma_{\varphi p}^2}},\ V = \sqrt{\frac{\sigma_{\omega p}^2 J_1 J_2}{J_4(J_1\sigma_{\Delta tp}^2 - J_3\sigma_{\varphi p}^2)}}, \tag{20}$$

где

$$J_1 = \frac{\sqrt{\pi}\omega^2}{4c}\int_0^{t_p} \frac{(1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0}},\ J_2 = \frac{2\sin^2\beta_p\sqrt{\pi}}{c}\int_0^{t_p} \frac{(1-\varepsilon_0)^2 F_p^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0^3}}, \tag{21}$$

$$J_3 = \frac{\sqrt{\pi}}{4c}\int_0^{t_p} \frac{(1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0^5}},\ J_4 = \frac{\omega^2\sqrt{\pi}}{2c}\int_0^{t_p} \frac{\sin^2\beta_0 (1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0}}. \tag{22}$$

Подставляя (20) в (16), (17) и проводя аналитические преобразования, имеем

$$\sigma_{\varphi}^2 = \frac{G_1}{J_1}\sigma_{\varphi p}^2,\ \sigma_{\omega}^2 = \frac{G_4}{J_4}\sigma_{\omega p}^2,$$

$$\sigma_{\Delta t}^2 = \frac{G_2}{J_2}\sigma_{\Delta tp}^2 + \sigma_{\varphi p}^2\left(\frac{G_3}{J_1} - \frac{G_2 J_3}{J_2 J_1}\right), \quad (23)$$

где

$$G_1 = \frac{\sqrt{\pi}\omega^2}{4c}\int_0^{t_к}\frac{(1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0}},$$

$$G_2 = \frac{2\sin^2\beta_n\sqrt{\pi}}{c}\int_0^{t_к}\frac{(1-\varepsilon_0)^2 F^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0^3}}, \quad (24)$$

$$G_3 = \frac{\sqrt{\pi}}{4c}\int_0^{t_к}\frac{(1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0^5}},$$

$$G_4 = \frac{\omega^2\sqrt{\pi}}{2c}\int_0^{t_к}\frac{\sin^2\beta_0(1-\varepsilon_0)^2 dt_0}{\sqrt{\varepsilon_0}}. \quad (25)$$

Задавая средний высотный профиль диэлектрической проницаемости канала, формулы (23) можно использовать для оценки ожидаемых статистических траекторных характеристик сигнала на заданной трассе $x_к$ по данным измерений траекторных моментов на реперной трассе x_p. Из формул (21)–(25), в частности, имеем, что при малом отличии заданной и реперной трасс, когда $t_p \to t_к$, интегралы $G_1 \to J_1$, $G_2 \to J_2$, $G_3 \to J_3$, $G_4 \to J_4$, и соответственно дисперсии $\sigma_{\varphi}^2 \to \sigma_{\varphi p}^2$, $\sigma_{\omega}^2 \to \sigma_{\omega p}^2$, $\sigma_{\Delta t}^2 \to \sigma_{\Delta tp}^2$, что является следствием теоремы взаимности [9].

Заключение

На основе приближения геометрической оптики и метода возмущений получены функциональные соотношения, связывающие усредненные стохастические интегралы для основных траекторных характеристик реперного сигнала с параметрами корреляционной функции, описывающей статистически неоднородное случайное поле неоднородностей канала. Используемая модель пространственной зависимости неоднородной части корреляционной функции самосогласованна с изменением средней диэлектрической проницаемости канала и учитывает динамику степени возмущенности канала на трассах различной протяженности. При расчетах моментов траекторных характеристик учтены флуктуации траектории, возникающие при решении стохастической траекторной задачи с граничными условиями в пунктах излучения и приема реперного сигнала. Полученные функциональные соотношения для моментов траекторных характеристик на реперной трассе решены относительно конечного числа неизвестных параметров эффективного корреляционного эллипсоида при известных измеренных дисперсиях фазы, групповой задержки и доплеровского сдвига частоты принятого реперного сигнала в пункте излучения основного сигнала. Разработана оперативная методика оценки ожидаемых статистических характеристик основного сигнала в возмущенном информационном канале по известным параметрам хаотических неоднородностей канала, выраженным через измеренные дисперсии основных траекторных характеристик пробного сигнала на реперной трассе.

Список литературы

1. Сабельфельд К., Курбанмурадов О. Случайные поля и стохастические дифференциальные уравнения. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 264 с.

2. Благовещенский Д.В. Короткие волны в аномальных радиоканалах: Эксперимент, моделирование. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 422 с.

3. Гусев В.Д., Овчинникова Н.П. Модельное определение объемных характеристик неоднородностей ионосферы // Геомагнетизм и аэрономия. 1980. Т. 20. № 4. С. 626–631.

4. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. Линейные и нелинейные волны. URSS. 2019. 448 с.

5. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. Изд. 6. М.: URSS, 2017. 416 с.

6. Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Ким Д.Б., Чудаев С.О. Оперативные алгоритмы расчета характеристик лучевых полей в стохастических неоднородных средах // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 9–14.

7. Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Ким Д.Б., Медведева О.И., Чудаев С.О. Численно-аналитическая алгоритмизация расчетов флуктуаций группового времени задержки в каналах передачи сигналов // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 5. С. 9–14.

8. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах. М.: Физматлит, 2010. 426 с.

9. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. Изд. 3. М.: URSS. 2015. 688 с.

УДК 629.78

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Андрашитов Д.С., Гежа С.А., Филимонов А.А.

Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, Балашиха, e-mail: korynd-s@yandex.ru

В работе рассматривается актуальный вопрос повышения точности измерений на борту космических аппаратов. Необходимость вызвана отсутствием существующих средств подтверждения точности и постоянно повышающимися требованиями к функционалу создаваемых космических аппаратов. Предлагаемый подход решения данного вопроса заключается в снижении инструментальной и методической погрешности процесса измерений за счет создания электронных двойников эталонов величин на борту и учета их в действующих методиках. Современный уровень измерительной техники позволяет реализовать стандарт частоты малых габаритных размеров, что делает возможным его размещение на любого рода космическом аппарате. Таким образом, становится возможным воспроизвести единицу времени, не привязанную к ГЛОНАСС и GPS, а функциональная зависимость других физических величин от частоты косвенным методом еще и единицу длины, напряжения, сопротивления, тока и мощности. Дальнейшая передача величин от эталонов к измерительным системам и датчикам контроля технического состояния космических аппаратов осуществляется по поверочным схемам. Обработка результатов сличения с дальнейшим принятием по ним решения осуществляется на наземных комплексах управления. Данный подход позволит повысить качество измерений, надежность контроля технического состояния и передаваемой измерительной информации, а также обеспечит эталонами космические аппараты.

Ключевые слова: космический аппарат, измерительные системы, единство измерений, эталон частоты, передача единицы, техническое состояние

PROBLEM ISSUES OF INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENTS ONBOARD SPACE VEHICLES

Andrahitov D.S., Gezha S.A., Filimonov A.A.

Military Academy of Strategic Missile Forces named after Peter the Great, Balashikha, e-mail: korynd-s@yandex.ru

The paper considers the urgent issue of improving the accuracy of measurements on board spacecraft. The need is caused by the lack of existing means of confirming accuracy and constantly increasing requirements for the functionality of the created spacecraft. The proposed approach to solving this issue is to reduce the instrumental and methodological errors of the measurement process by creating electronic counterparts of standards of quantities on board and taking them into account in existing methods. The modern level of measurement technology allows us to implement the standard for the frequency of small overall dimensions, which makes it possible to place it on any kind of spacecraft. Thus, it becomes possible to reproduce a unit of time not tied to GLONASS and GPS, but the functional dependence of other physical quantities on frequency by an indirect method is also a unit of length, voltage, resistance, current and power. Further transmission of values from standards to measuring systems and sensors for monitoring the technical condition of spacecraft is carried out according to calibration schemes. Processing of the comparison results with further decision making is carried out on the ground control complexes. This approach will improve the quality of measurements, the reliability of monitoring the technical condition and transmitted measurement information, as well as provide spacecraft with standards.

Keywords: spacecraft, measuring systems, unity of measurements, frequency reference, unit transfer, technical condition

На протяжении нескольких десятилетий наиболее высокотехнологичной областью в машиностроении остается создание космических аппаратов (КА) и спутников. Ежегодное увеличение их числа на орбите, увеличение объема решаемых ими задач лишь подчеркивает актуальность данного направления.

Наметившаяся тенденция к снижению размеров КА не приводит к снижению числа контролируемых параметров состояния, которые в зависимости от типа исчисляются от сотен до тысяч. При этом требования к качеству измерительной информации стремительно возрастают, а средства подтверждения точности или эталоны на борту отсутствуют. Такое противоречие приводит к проблеме обеспечения единства измерений на космических аппаратах во время полётов, продолжительность которых существенно превышает продолжительность интервалов поверки средств измерений (СИ).

За этот период метрологические характеристики используемых на борту измерительных систем и датчиков контроля технического состояния уходят от номинальных значений, а отсутствие возможности их периодической поверки (калибровки) приводит к снижению точности измерений. Решается данная проблема двумя подходами:

– классический подход, заключается в воспроизведении на борту КА единицы

времени и частоты, получаемых по средствам ГЛОНАСС, GPS и передачи ее измерительным системам и датчикам, работа которых преимущественно связана со временем и частотой, в качестве эталонной. Точность такого подхода определяется точностью стандартов частоты КА систем ГЛОНАСС и GPS и составляет порядка $1 \cdot 10^{-11}$. Недостатком данного подхода является жесткая зависимость от указанных систем, что в случае вооружённых конфликтов не позволит обеспечить заданный режим работы КА. Кроме того, факт правильного или неправильного воспроизведения принимаемой единицы времени и частоты на борту КА ничем не подтверждается, т.е. отсутствуют средства подтверждения точности [1, 2];

– предлагаемый подход заключается в размещении малогабаритного стандарта частоты на борту КА. Его роль заключается в подтверждении получаемой от ГЛОНАСС и GPS единицы величины и дальнейшей передаче измерительным системам и датчикам космического аппарата. Однако принципы работы различного рода радиоэлектронной аппаратуры основаны не только на частоте и времени, но и на других физических величинах. Что весьма реализуемо, если учесть функциональную зависимость большинства физических величин от частоты. Следовательно, косвенным методом становится возможным воспроизвести длину, напряжение, сопротивление, ток и др. величины [3].

Цель исследования: повысить точность измерений на борту космических аппаратов за счет электронных двойников эталонов, реализующих передачу единицы величины измерительным системам и датчикам контроля технического состояния.

В ходе контроля технического состояния КА проводится оценка соответствия измеряемых (контролируемых) параметров заданным значениям допустимых отклонений, при этом проводится измерение M числа физических величин посредством N измерительных систем и датчиков, характеризуемых i-м набором метрологических характеристик. Нормируемые метрологические характеристики конкретных измерительных систем и датчиков и их номинальные значения $N_i^{\text{н}}$ определены в паспортах.

Однако в ходе эксплуатации действительные значения метрологических характеристик измерительных систем и датчиков $N_i^{\text{д}}$ уходят от номинальных $N_i^{\text{н}}$ ввиду, например, воздействия низких температур, давления и других внешних факторов.

Требуется повысить точность измерений за счет оценки инструментальной и методической погрешности измерительных систем и датчиков путем сличения с эталонным значением величины

$$\Delta = M^{\Phi} - M^{\Theta} \rightarrow \min, \qquad (1)$$

где M^{Φ} – фактическое значение измеряемой физической величины;

M^{Θ} – эталонное значение физической величины, воспроизводимое цифровым двойником эталона.

При этом оценка погрешности измерений определяется множеством погрешностей оценок метрологических характеристик измерительных систем и датчиков в ходе калибровки, выраженных как

$$\Delta_N = \begin{Bmatrix} \Delta_{1,1}, \Delta_{1,2}, \ldots \Delta_{1,i} \\ \Delta_{2,1}, \Delta_{2,2}, \ldots \Delta_{2,i} \\ \vdots \\ \Delta_{N,1}, \Delta_{N,2}, \ldots \Delta_{N,i} \end{Bmatrix}, \qquad (2)$$

где $\Delta_{N,i}$ – погрешность оценки i-й метрологической характеристики N-го датчика, $i \neq N$, $M \neq N$.

Эталонное значение M^{Θ} большинства физических величин на борту космического аппарата может быть получено косвенным методом с высокой точностью от эталона частоты и времени.

Единый эталон времени – частоты – длины

Известные научные работы [1] ведущих ученых в совокупности с тем фактом, что максимально возможной по точности для воспроизведения единицей величины в настоящее время является частота (ГЭТ 1-2018, неисключенная систематическая погрешность воспроизведения размеров единиц которого не превышает $(2 – 3) \cdot 10^{-14}$), позволяет предположить высокую востребованность стандарта частоты, в качестве средства подтверждения точности, на борту КА.

В работе [2] А. Голубев утверждает, что наряду с существующими стандартами частоты и времени (табл. 1) утверждение скорости света c = 299792458 м/с за мировую константу в 1983 г. на XVII Генеральной конференции по мерам и весам позволило дать новое определение метра – через единицу времени – и привело к возможности создания единого эталона времени – частоты – длины.

Такой подход реализуем благодаря связи между длиной, временем и частотой, основанной на соотношении

$$\lambda = \frac{c}{f}, \qquad (3)$$

где λ – длина волны излучения стабилизированного лазера, м,

f – его частота, Гц.

Особенностью этой идеи является то, что частоту можно измерить с погрешностью, обеспеченной существующими эталонами частоты (таблица).

Показатели точности эталонов частоты

Тип генератора	Нестабильность частоты	Соответствующий уход частоты
Рубидиевый	$5 \cdot 10^{-12}$	0,15 с за 1000 лет
Цезиевый	$3 \cdot 10^{-13}$	0,01 с за 1000 лет
Водородный	$1 \cdot 10^{-14}$	0,2 с за 1 000 000 лет

Следовательно, эталон длины, воспроизводящий метр в его новом определении (3), может быть реализован при помощи атомного (цезиевого) эталона времени и частоты, дополненного радиооптическим частотным мостом [2] или на базе разработки фемтосекундных «оптических часов», способных также служить «оптическим метром». Подобные комплексы и представляют собой единый эталон времени – частоты – длины.

Современная элементная база позволяет реализовать возможность создания малогабаритного стандарта частоты на борту КА, который в свою очередь будет использован как стандарт времени и длины. Подобные сверхминиатюрные квантовые стандарты частоты, рубидиевые, разработаны в ведущем научном институте метрологии ВНИИФТРИ и представлены на международной метрологической выставке «МетролЭкспо-2019» в мае 2019 г. Габаритные размеры нового стандарта не превышают размеров спичечного коробка (рис. 1), а низкое энергопотребление при высокой стабильности частоты создает большие перспективы для его промышленного использования. Особенность практической реализации таких размеров заключается в переходе от габаритного сверхвысокочастотного резонатора к миниатюрному лазерному диоду и ячейке с парами рубидия оригинальной конструкции.

Рис. 1. Внешний вид стандарта частоты сверхминиатюрного квантового НАП-КПН

Эталон напряжения постоянного тока

Создание отечественных сверхпроводниковых интегральных схем с переходами сверхпроводник – изолятор – сверхпроводник туннельного типа, реализующего эффект Джозефсона под действием электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, позволяет воспроизводить единицу электрического напряжения вплоть до 1 мВ. Подобные квантованные значения напряжения определяются частотой излучения и номером ступени и подчиняются соотношению

$$U_n = \frac{f \cdot n}{K_j}, \qquad (4)$$

где f – частота СВЧ-излучения, Гц,
n – целое число,
K_j – фундаментальная константа Джозефсона, Гц·В$^{-1}$.

Данное соотношение позволяет сделать вывод, что точность воспроизведения величины напряжения напрямую зависит от точности воспроизведения частоты, при неизменном значении других функциональных составляющих, входящих в выражение (4).

Существующие сверхпроводниковые интегральные схемы, рассчитанные для воспроизведения 1 В, требуют 1500–2000 переходов и представляют собой кристаллы размером не более 15х6 мм^2 и массой 1,5 г (рис. 2), что подразумевает их эффективное исполнение на борту КА.

Квантовый эталон сопротивления

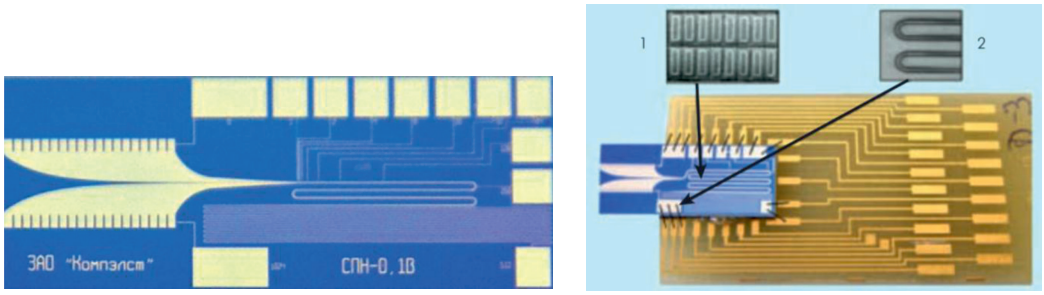
Исследования [4, 5] квантового эффекта Холла, основанного на использовании явления сверхпроводимости, позволяют определить электрическое сопротивление через

$$R = n\left(\frac{h}{e^2}\right), \qquad (5)$$

где h – постоянная Планка, связывает величину энергии кванта электромагнитного излучения с его частотой, Дж·с;
e – заряд электрона, Кл.

Рассмотренный эффект (5) получил название холловский контакт, который реализуем при условии охлаждения структуры металл – окисел – полупроводник до температуры в 4,2 К под влиянием сильного магнитного поля с индикацией (6–12) Тл.

В настоящее время размер холловского сопротивления (константа К. Клитцинга) R = 25812,807 Ом (5) воспроизведен с погрешностью не менее 10^{-8}. Дальнейшие исследования в этом направлении предрекают оценку отношения h/e^2 с погрешностью до 10^{-20}. Таким образом, на порядок уменьшится и погрешность измерения единицы электрического сопротивления R.



а) *б)*

Рис. 2. Реализация кристаллов сверхпроводниковых интегральных схем программируемых эталонов вольта на основе джозефсоновских переходов: а) на 0,1 В (8192 перехода); б) разваренная на печатную плату: 1 – фрагмент цепочки джозефсоновских переходов; 2 – фрагмент сверхпроводниковой линии нагрузки

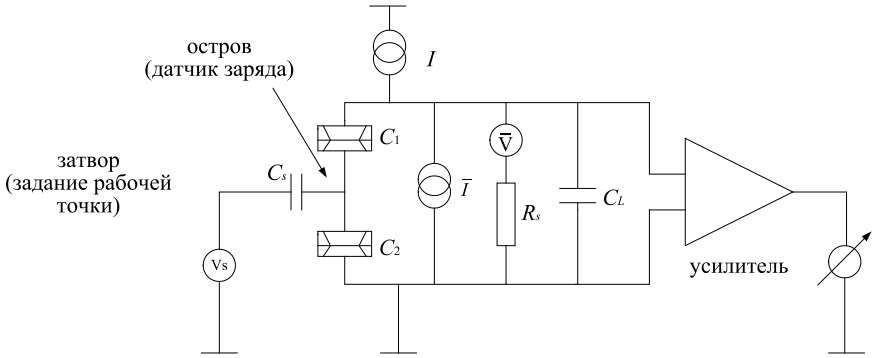


Рис. 3. Эквивалентная электрическая схема электрометров на постоянном токе на основе шунтированного блоховского транзистора

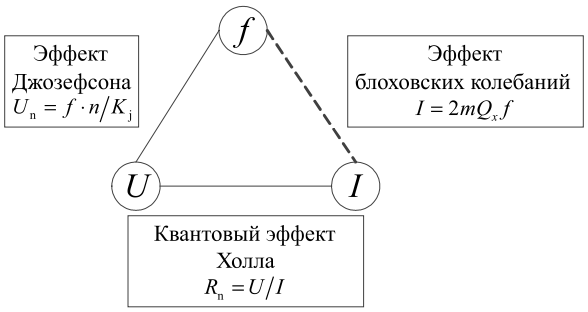


Рис. 4. Квантовый метрологический треугольник, вершинами которого являются основные электрические величины: напряжение, ток и частота

Работы по воспроизведению размера единицы электрического сопротивления с помощью квантового эффекта Холла со средним квадратическим отклонением менее 10^{-8} ведутся на экспериментальной установке ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, результаты обнародованы на сайте журнала «Контрольно-измерительные системы и приборы». Данная установка, воспроизводящая размер Ома, уже включена в состав государственного эталона электрического сопротивления. Другой составной частью эталона является группа из 10 манганиновых катушек сопротивления с номинальным значением 1 Ом, обеспечивающая воспроизведение Ома со средним квадратическим отклонением результата измерений $3 \cdot 10^{-8}$ (по десяти независимым измерениям). Неисключенная составляющая систематической погрешности не превышает $3 \cdot 10^{-7}$.

А. Зорин проанализировал блоховский электрометр постоянного тока (рис. 3) и предложил квантовый метрологический треугольник, демонстрирующий взаимосвязь напряжения, тока и частоты (рис. 4).

Стороны треугольника символически обозначают линейные связи, описываемые фундаментальными законами природы.

Связь реализованных стандартов на борту КА приведена на рис. 5. Их использование существенно увеличит число воспроизводимых на борту единиц величин с высокой точностью и создаст парк эталонов для калибровки измерительных систем и датчиков [3].

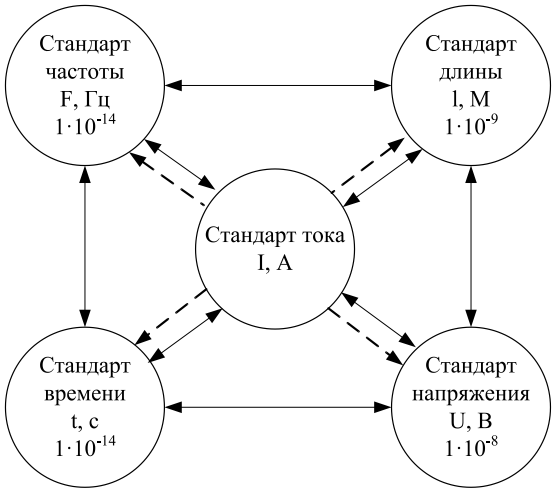


Рис. 5. Взаимосвязь воспроизведения частоты с другими физическими величинами

Заключение

Проведенный анализ показал, что измерительные системы и датчики в процессе эксплуатации КА в подавляющем большинстве случаев не подвергаются калибровке, как с организационной, так и с технической точек зрения.

1. Создание и размещение на борту КА высокоточного малогабаритного стандарта частоты позволит воспроизводить частоту и время с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-14}$, что позволяет проводить поверку СИ и калибровку датчиков с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-12}$.

2. Зависимость длины волны, при утвержденном значении скорости света, от частоты позволяет создать эталон воспроизведения длины погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-9}$, что позволяет проводить поверку СИ и калибровку датчиков с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-7}$.

3. Применение стандарта частоты в совокупности со сверхпроводниковыми интегральными схемами малых размеров может быть использовано для воспроизведения единицы напряжения с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-8}$, что позволяет проводить поверку СИ и калибровку датчиков с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-6}$.

4. Квантовый эталон сопротивления на основе эффекта Холла обладает средним квадратическим отклонением менее 10^{-8}, что позволяет также использовать его для поверки СИ и калибровки датчиков с погрешностью не хуже $1 \cdot 10^{-6}$.

5. Применение эталона частоты на борту КА в совокупности с системами ГЛОНАСС и GPS позволит создать групповой эталон [5–7].

Список литературы

1. Гудков А.Л., Гогин А.А., Козлов А.И., Самусь А.Н., Краснополин И.Я. Эталон напряжения постоянного тока. Сверхпроводниковая ИС на основе переходов Джозефсона // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2007. № 6. С. 90–93.

2. Голубев А. В погоне за точностью: единый эталон времени – частоты – длины // Наука и жизнь. 2009. № 12. С. 93–99.

3. Шаврин В.В., Конаков А.С., Тисленко В.И. Калибровка микроэлектромеханических датчиков ускорений и угловых скоростей в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. Доклады ТУСУРа. 2012. № 1 (25). С. 265–269.

4. Каверин А.М. ВНИИФТРИ предлагает шаги по увеличению сроков поверки навигационного оборудования // Вестник ГЛОНАСС, 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://vestnik-glonass.ru/news/tech/vniiftri-predlagaet-shagi-po-uvelicheniyu-srokov-poverki-navigatsionnogo-oborudovaniya.html (дата обращения: 18.04.2020).

5. Кутовой Д.А., Перепелкина С.Ю., Федотов А.А. Оценка точностных характеристик бесплатформенного инерциального блока по ограниченному набору ориентаций и переходу между ними // Актуальные проблемы ракетно-космического приборо-строения и информационных технологий: сборник трудов VIII Всероссийской научно-технической конференции. 2016. С. 11–26.

6. Васильев А.И. Калибровка съемочной аппаратуры космического аппарата «Канопус-В» в процессе его эксплуатации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 203–214.

7. Sedelnikov A., Khnyryova E., Ivashova T. Checking the correct operation of main measuring instruments on the flight model and prototype of AIST small spacecraft. MATEC Web of Conferences 234, 2018. [Electronic resource]. URL: https://doi.org/10.1051/matecconf/201823401007.html (date of access: 18.04.2020).

УДК 004.51

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ГИБКОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ IDEF0-ДИАГРАММЫ

Вакалюк А.А., Басманов С.Н.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург, e-mail: avakalyuk@yandex.ru

Разработан подход к созданию гибкого пользовательского интерфейса информационной системы на основе преобразования IDEF0-диаграммы интерфейса, созданной в средстве проектирования бизнес-процессов. Предлагаемый подход рассматривает комплексные вопросы организации взаимодействия между человеком и машиной, обеспечения гибкости системы и привлечения специалистов предметной области к разработке информационной системы предприятия. Механизм преобразования реализован путем анализа XML-файла с выявлением имен, свойств и связей между элементами интерфейса. Приведена структура базы данных гибкого пользовательского интерфейса, включающая следующие основные элементы: кнопка, поле ввода, нередактируемое поле ввода, комбинированный список и таблица. Разработанная структура гибкого пользовательского интерфейса является модульной, что позволит минимизировать время интеграции с другими системами. Полученные в ходе исследования результаты отражают актуальные задачи, стоящие перед разработчиками информационных систем, реализация которых позволит перевести разработку пользовательского интерфейса на новый технологический и организационный уровни. Предложенный подход реализован в виде программного продукта на объектно-ориентированном языке программирования C#. Реализация данного подхода позволит сократить сроки разработки и обновления пользовательского интерфейса информационной системы с учетом специфики предметной области.

Ключевые слова: IDEF0-диаграмма, информационная система, XML-файл, гибкий пользовательский интерфейс, функциональные блоки, интерфейсные связи

AN APPROACH DEVELOPING TO CREATING A FLEXIBLE USER INTERFACE BASED ON THE IDEF0-DIAGRAM CONVERSION

Vakalyuk A.A., Basmanov S.N.

Ural state university of railway transport, Yekaterinburg, e-mail: avakalyuk@yandex.ru

An approach has been developed to create a flexible user interface for an information system based on the transformation of an interface IDEF0-diagram created in the business process design tool. The proposed approach considers the complex issues of organizing the interaction between person and machine, ensuring the system flexibility and attracting specialists from the subject area to the development of the enterprise information system. The transformation mechanism is realized by the XML file analyzing with the identification of names, properties and relationships between interface elements. The structure of the flexible user interface database is presented, which includes the following main elements: a button, an input field, a non-editable input field, a combo box and a table. The developed structure of the flexible user interface is modular, which will minimize integration time with other systems. The results of the study reflect the actual challenges facing the developers of information systems, the implementation of which will allow to transfer the development of the user interface to a new technological and organizational level. The proposed approach is realized as a software product in an object-oriented programming language c#. The realization of this approach will reduce the development time and update the user interface of the information system, taking into account the specifics of the subject area.

Keywords: IDEF0-diagram, information system, XML-file, flexible user interface, functional blocks, interface links

Пользовательский интерфейс является неотъемлемой частью информационной системы (далее – ИС). Именно интерфейс служит средством представления пользователя об удобстве и функционале ИС. При этом сложность проектирования пользовательского интерфейса достаточно велика. Так, согласно [1] существует 4 категории проблем разработки интерфейсов:

1. Высокая трудоемкость разработки интерфейса. В среднем она составляет более половины времени реализации проекта. В некоторых источниках данная цифра доходит до 70% [1, 2]. В связи с этим минимизация времени разработки пользовательского проекта является актуальным направлением.

2. Неадекватность интерфейса требованиям пользователя. Данная проблема связана с разработкой множества итераций интерфейса из-за разрыва между программистами и пользователями. В связи с этим актуальным направлением является включение специалистов предметной области в разработку интерфейса.

3. Не ориентированность интерфейса под деятельность пользователя. Связана с тем, что структура деятельности пользователя и структура интерфейса не всегда соответствуют друг другу. В связи с этим

необходимо оптимальное распределение функций между человеком и системой.

4. Интерфейс нельзя настроить согласно условиям среды использования системы. Данная проблема связана с невозможностью изменения интерфейса по мере изменения бизнес-процессов организации. В связи с этим актуальным направлением является разработка гибкого пользовательского интерфейса (далее – ГПИ), позволяющего своевременно реагировать на изменяющуюся экономическую обстановку.

Таким образом, необходимо разработать подход к созданию пользовательского интерфейса ИС, позволяющего решить данные проблемы.

Целью исследования является разработка подхода к созданию гибкого пользовательского интерфейса информационной системы на основе преобразования IDEF0-диаграммы методом функционально-структурного анализа.

Предлагаемый подход рассматривает комплексные вопросы организации взаимодействия между человеком и машиной, обеспечения гибкости системы и привлечения специалистов предметной области к разработке ИС.

Материалы и методы исследования

ГПИ является сложным программным комплексом, к которому предъявляются следующие требования и перед которым ставятся следующие задачи:

1) структура базы данных (далее – БД) ГПИ должна минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность;

2) сокращение сроков разработки и обновления пользовательского интерфейса ИС с учетом специфики предметной области;

3) наличие возможности пользователю создать свой собственный интерфейс основываясь на бизнес-процессах, которые он должен выполнять;

4) интерфейс должен иметь модульную структуру с возможностью интеграции с другими системами;

5) разработанный интерфейс должен быть «гибким», т.е. способным быстро реагировать на изменяющиеся условия внутренней и внешней среды;

6) принципы, заложенные в основу ГПИ, должны способствовать сокращению времени на выполнение типовых операций предприятия.

Таким образом, выдвинуты требования к разрабатываемому ГПИ, реализация которых позволит осуществить разработку современной ИС.

В рамках ранее опубликованной статьи [3] рассматривался начальный этап разработки ИС, основанный на включении модуля бизнес-процессов в структуру ИС, что позволяет распределить потоки задач между подразделениями предприятия. Следующим этапом разработки ИС, рассмотренным в рамках данной статьи, является подход к созданию ГПИ методом функционально-структурного анализа, основанный на формировании ГПИ в рамках IDEF0-диаграммы существующих бизнес-процессов организации. В рамках данного подхода ГПИ должен иметь модульную структуру с возможностью включения в ИС предприятия. При этом структура должна быть выстроена таким образом, чтобы привлечь внимание к наиболее важным единицам информации [4].

Базовым этапом создания ГПИ является разработка структуры БД ГПИ ИС, в рамках которого осуществляется связь между функциональными блоками системы и элементами пользовательского интерфейса. Структура БД ГПИ представлена на рис. 1.

Главной особенностью данной структуры является реализация отношения «один ко многим» между таблицами при помощи внешних ключей, столбца данных, который появляется в одной таблице и совпадает с первичным ключом другой таблицы [5; 6]. Реализация данного отношения позволит минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

В рамках данной статьи реализованы базовые элементы интерфейса, функционально представленные элементом управления, таблицей и элементами ввода. Данная организация структуры БД интерфейса позволяет создать универсальную структуру БД, позволяющую минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность. Все эти элементы привязываются к интерфейсу при помощи ключевого поля ID_interface, соответствующему полю ID таблицы связи между функциональными блоками и интерфейсами int_funct.

Элементы управления представлены кнопкой обработки данных, информация о которой хранится в таблице button.

Элементы ввода представлены полем ввода, нередактируемым полем ввода и комбинированным списком, информация о которых хранится в таблицах textbox, textbox_NE и combobox соответственно. В данных таблицах хранятся данные об их имени, названии, расположении на экране и элементе управления, обрабатывающем занесенные в них данные.

Кроме того, у данных элементов существуют вспомогательные таблицы, хранящие их числовые значения в колонке value. Связь между вспомогательными и основ-

ными таблицами элементов интерфейса осуществляется посредством следующих ключевых полей: ID_textbox_NE – ID для таблиц textbox_NE_Value и textbox_NE для нередактируемого поля ввода, ID_textbox – ID для таблиц textbox _Value и textbox для редактируемого поля ввода, ID_combobox – ID для таблиц Combobox_Value и combobox для комбинированного списка.

Таблицы, описывающие элемент интерфейса таблицу, представлены таблицами tables, columns, parent_column, в рамках которых описывается имя таблицы и колонок, их статус (редактируемая или нередактируемая) и связь между колонками верхнего и нижнего уровня.

Таким образом, разработанная структура БД ГПИ позволит минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

Следующим этапом создания ГПИ является его формирование с помощью интерфейсных стрелок и функциональных блоков в рамках IDEF0-диаграммы. Данный этап выполняется в рамках средства проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler при непосредственном участии специалиста предметной области. При этом пользователь должен учесть все функциональные особенности своего интерфейса, такие как расположение элементов на странице, их функции и данные для заполнения.

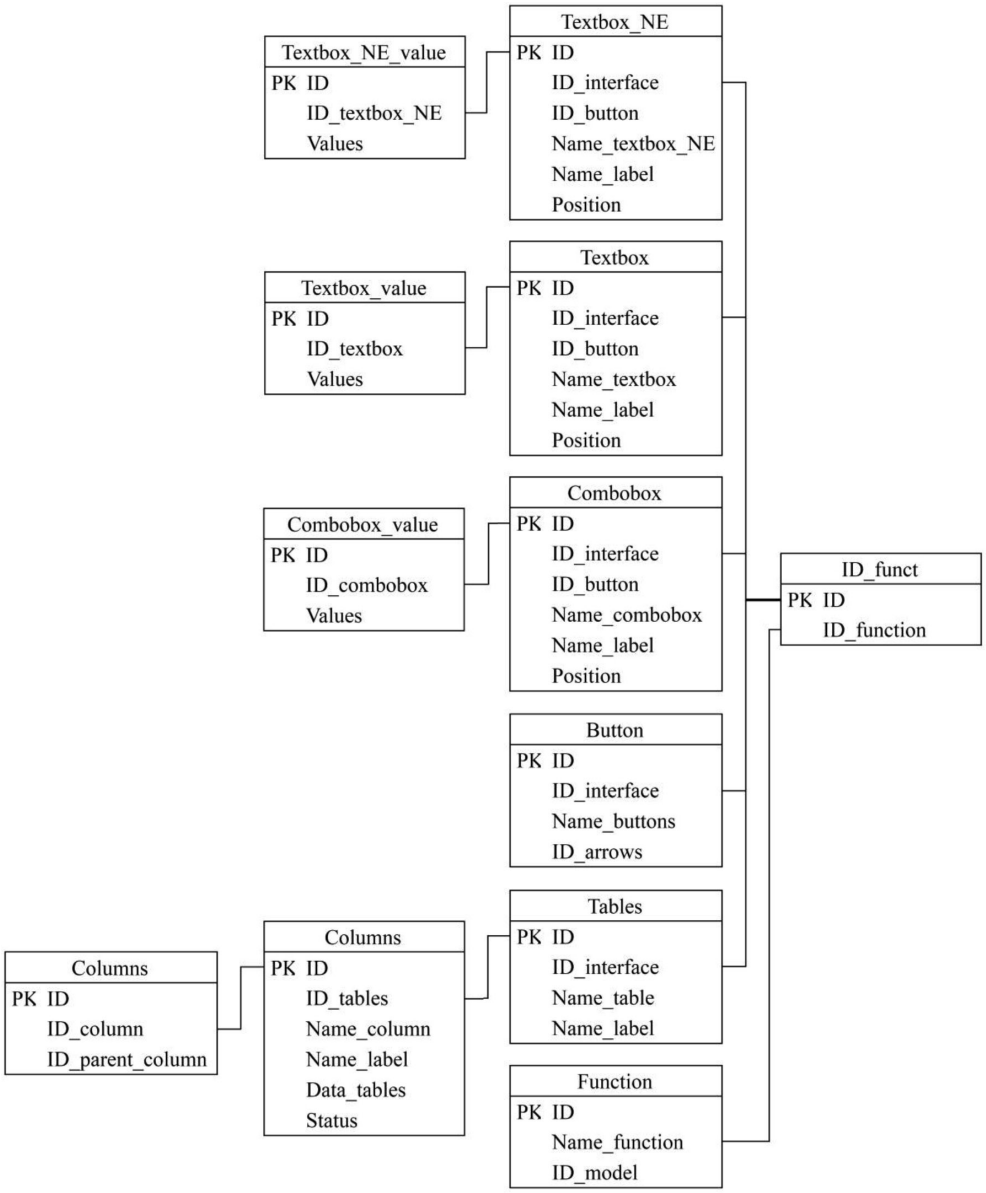


Рис. 1. Структура БД ГПИ

Главной особенностью подхода к построению ГПИ из IDEF0-диаграммы является разграничение элементов, отвечающих за бизнес-процессы и интерфейс. Для этого в рамках функционального блока, содержащего пользовательский интерфейс, необходимо установить статус «Interface». После этого, все элементы, расположенные внутри данного блока, будут являться объектами пользовательского интерфейса.

Пример IDEF0-диаграммы, в рамках которой реализован ГПИ, представлен на рис. 2. В данном примере для функционального блока Block1 установлен статус «Interface».

Пример IDEF-диаграммы с базовым набором элементов ГПИ представлен на рис. 3. В данном примере присутствуют шесть основных элементов ГПИ: поле ввода – textbox1, нередактируемое динамично изменяющееся поле – textbox_NE1, комбинированный список – combobox1, элемент таблицы – table1, кнопка – button и элементы подписи данных – Data1, Data2, Data3, Data4, Enter.

В свою очередь, декомпозиция элемента таблицы предполагает формирование новой диаграммы, содержащей соответствующие колонки с присущими им данными. Полученная диаграмма является дочерней диаграммой, а составляющие ее функциональные блоки являются дочерними блоками, которые отображают главные подфункции блока-предка [7]. Пример декомпозиции элемента таблицы представлен на рис. 4. В рамках данного примера представлена двухуровневая структура заголовков таблицы с тремя колонками верхнего уровня column1, column2, column3 и тремя колонками нижнего уровня column1_1, column1_2, column1_3, реализованными в рамках column1.

Стоит отметить, что отличительной особенностью таблицы является наличие редактируемых и справочных колонок. В целях разграничения между ними используется поле статуса, в соответствии с которым все столбцы, требующие редактирования, имеют статус «W». В свою очередь, справочные колонки имеют в поле Definition указание на столбец из БД, содержащий набор данных. Указание следует делать в следующем порядке через точку: БД, таблица, колонка.

Следующим этапом создания ГПИ является сохранение в средстве проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler IDEF0-диаграммы в формате *.XML с его последующим экспортом в ИС и распознанием. Экспорт IDEF0-диаграммы основывается на распознании имен и связей между функциональными блоками и интерфейсными стрелками в XML-файле. Данный этап осуществляется с помощью разработанной программы для ЭВМ «Конструктор операционных процессов информационной системы», написанной в среде Microsoft Visual Studio 2015 на языке C# (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614218, опубликовано 10.04.2017 г.).

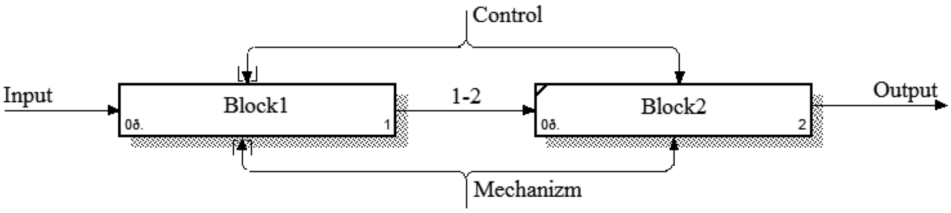


Рис. 2. Пример IDEF0-диаграммы, в рамках которой реализован ГПИ

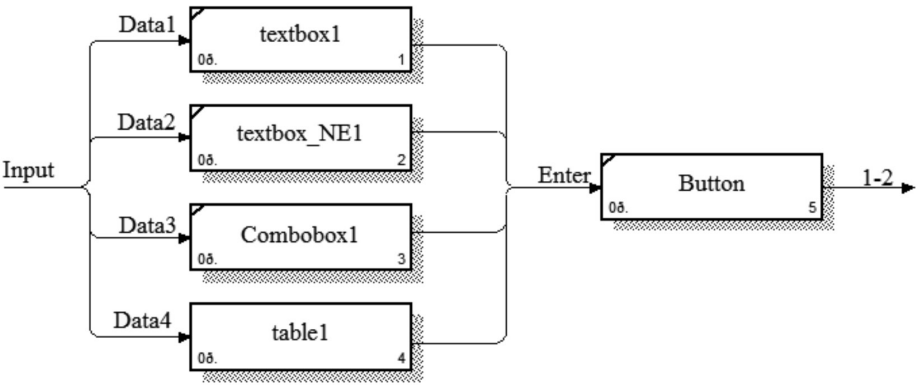


Рис. 3. Пример IDEF0-диаграммы с базовым набором элементов ГПИ

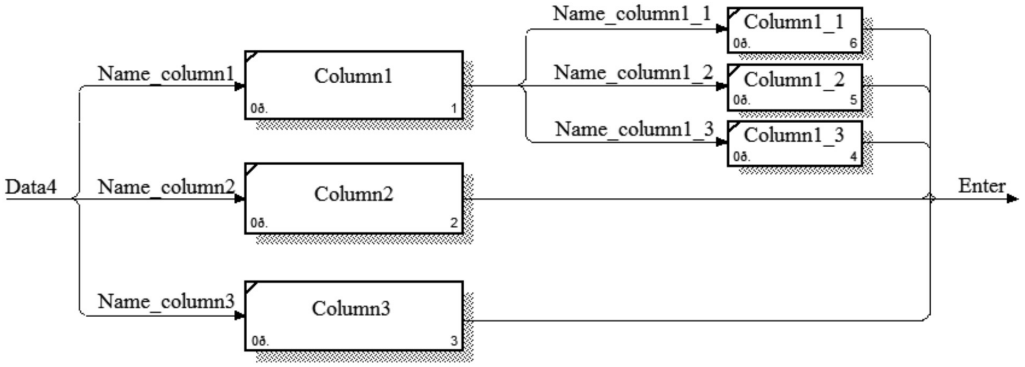


Рис. 4. Пример декомпозиции элемента таблицы

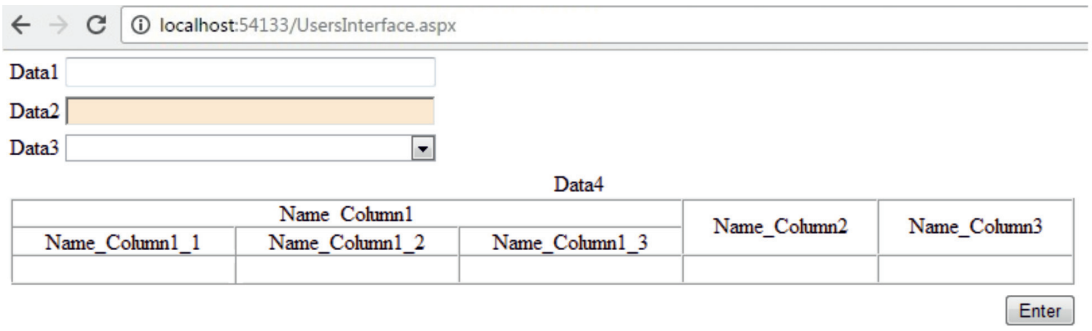


Рис. 5. Пример WEB-интерфейса

Заключительным этапом создания ГПИ является чтение данных из БД, полученных конвертированием в нее IDEF0-диаграммы. Данный этап осуществляется с помощью разработанной программы для ЭВМ «Гибкий пользовательский интерфейс информационной системы» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017618423, опубликовано 01.08.2017 г.). Программа анализирует данные, записанные в каждую таблицу, и формирует элементы интерфейса. Гибкость интерфейса достигается за счет оперативного изменения его структуры в результате изменений внутренней и внешней среды без непосредственного участия разработчика системы, что способствует увеличению эффективности работы, снижению трудозатрат и времени для выполнения основных технологических и вспомогательных операций.

Пример WEB-интерфейса, сформированного на основе IDEF0-диаграммы с базовым набором элементов интерфейса, приведенным выше, представлен на рис. 5.

Результаты исследования и их обсуждение

Научная новизна разработанного подхода к созданию ГПИ ИС на основе преобразования IDEF0-диаграммы интерфейса, созданной в средстве проектирования бизнес-процессов, состоит в применении метода функционально-структурного анализа.

Реализация предложенного метода позволит разработать модульный ГПИ, ориентированный на пользователя и его задачи, с возможностью бесконфликтного включения в структуру других ИС и настройки согласно условиям предметной области.

Таким образом, предложенный подход способствует разработке ГПИ ИС, реализация которого повысит устойчивость и конкурентоспособность предприятия в условиях изменяющейся внутренней и внешней среды.

Выводы

1. Разработана структура БД ГПИ, позволяющая минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

2. Предложен подход к разработке ГПИ на основе функционально-структурного анализа посредством преобразования IDEF0-диаграммы, что позволяет сократить сроки разработки и обновления пользовательского интерфейса ИС с учетом специфики предметной области.

3. Предложен подход к конвертированию IDEF0–диаграммы из средства проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler в MySQL БД посредством

анализа XML-файла, позволяющий включить данные диаграммы бизнес-процессов в ИС как структурного звена с последующим распределением между подразделениями предприятия.

4. Предложенный подход позволит пользователю создать свой интерфейс, основываясь на бизнес-процессах, которые он должен выполнять.

5. Предложенный подход к разработке ГПИ ИС реализован в виде программного продукта. Свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2017618423 от 01.08.2017 г.

Список литературы

1. Белоусова С.А., Рогозов Ю.И. Анализ подходов к созданию пользовательского интерфейса // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 6. С. 142–148.

2. Гультяев А.К., Машин В.А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса: учеб. пособие. СПб.: Корона-Принт, 2007. 239 с.

3. Vakalyuk A.A., Basmanov S.N. IDEF0-diagram into database conversion approach development // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2017. № 1. С. 153–159.

4. Вакалюк А.А., Басманов С.Н., Басманова А.А. Разработка концептуальной структуры автоматизированной системы управления медицинским диагностическим предприятием // Автоматизация. Современные технологии. 2016. № 2. С. 42–45.

5. Орлов С.А. Программная инженерия: учеб. для вузов: 5-е изд., обнов. и доп. СПб.: Питер, 2016. 640 с.

6. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 206 с.

7. Кулябов Д.С., Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: учеб. пособие. М.: РУДН, 2008. 173 с.

УДК 621.432.3

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЯ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Гоц А.Н., Клевцов В.С.

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

Рассмотрена методика расчета теплонапряженного состояния индивидуальной головки цилиндров дизеля жидкостного охлаждения, которая испытывает не только механическое нагружение, но основным видом нагрузки, особенно на огневую поверхность, является тепловая нагрузка. По результатам приведенных в литературе источников проанализирована и рассмотрена задача моделирования теплового состояния деталей, окружающих камеру сгорания поршневого двигателя. На основании исследования режимов нагружения головки цилиндров аналогичных двигателей предложен цикл нагружения, численные значения которого могут быть определены по результатам исследования автомобилей в эксплуатации. Рассмотрена проблема выбора кинематических граничных условий при расчете методом конечных элементов головки цилиндров. Для расчета теплового и напряженно-деформированного состояния головки цилиндров проведен анализ кинематических и тепловых граничных условий с целью их корректного выбора для поверхностей: огневого днища, клапанов, впускных и выпускных каналов и системы охлаждения. Рассмотрено математическое моделирование методом конечных элементов теплового состояния головки цилиндров, а также напряженное и теплонапряженное состояние с учетом принятых граничных условий. При расчете теплонапряженного состояния головки цилиндров предложены оценочные показатели огневого днища головки цилиндров с целью обеспечения ее долговечности.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, дизель, головка цилиндров, тепловое состояние, граничные условия, теплонапряженное состояние

METHOD FOR CALCULATING THE HEAT-STRESSED STATE OF THE CYLINDER HEAD OF A LIQUID-COOLED DIESEL ENGINE

Gots A.N., Klevtsov V.S.

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich Stoletov, Vladimir, e-mail: hotz@mail.ru, tdieu@yandex.ru

The method of calculating the heat-stressed state of the individual cylinder head of a liquid-cooled diesel engine, which is not only subjected to mechanical loading, but also the main type of load, especially on the firing surface, is the thermal load. Based on the results of the sources given in the literature, the problem of modeling the thermal state of parts surrounding the combustion chamber of a piston engine is analyzed and considered. Based on the study of the loading modes of the cylinder head of similar engines, a loading cycle is proposed, the numerical values of which can be determined by the results of the study of cars in operation. The problem of choosing kinematic boundary conditions when calculating the cylinder head by the finite element method is considered. The boundary conditions for calculating the stress state and especially the thermal boundary conditions for the firing surface of the cylinder head, intake and exhaust channels, as well as valves and cooling systems are analyzed. When calculating the thermal state, it is necessary to coordinate the temperature fields of the valve chamfer and the landing surface of the cylinder head, since heat flows change their direction during the entire working cycle. Mathematical modeling by finite element method of the thermal state of the cylinder head, as well as the stressed and heat-stressed state, taking into account the accepted boundary conditions, is considered. When calculating the heat-stressed state of the cylinder head, the estimated parameters of the firing bottom of the cylinder head are proposed in order to ensure its durability.

Keywords: internal combustion engine, diesel, cylinder head, thermal state, boundary conditions, heat-stressed state

Одной из основных тенденций развития поршневых двигателей внутреннего сгорания является повышение их мощности и экономичности при обеспечении экологических показателей, принятых на все годы их выпуска и эксплуатации. Анализ статистических данных по выпуску поршневых двигателей зарубежного производства различного назначения показывает, что мощность выпускаемых новых модификаций возрастает в среднем на 60–80 % за каждые 10 лет [1]. При форсировании нового или модернизированного двигателя по среднему эффективному давлению происходит неизбежное повышение температуры в камере сгорания, а значит, и повышение температурных напряжений во всех деталях, которые ее окружают. Как было показано в наших работах [2, 3], при изготовлении ГЦ ее нагружают постоянными силами при запрессовке седел и втулок клапанов. При сборке поршневого двигателя ГЦ дополнительно нагружается при затяжке шпилек крепления ее, при затяжке гайки крепления форсунки. Под действием этих нагрузок определяют напряженно-деформированное

состояние (НДС) ГЦ. Однако при работе дизеля значительные напряжения возникают в основном от тепловых нагрузок [4–6], вызванных перепадом температур на огневой поверхности ГЦ. Для оценки работоспособности и надежности ГЦ еще на этапе проектирования на основе расчетных температурных полей определяют тепловое напряженно-деформированное состояние. Это позволяет наиболее эффективно использовать конструкцию ГЦ, а также правильно выбрать материал и систему охлаждения. Таким образом, расчет теплового напряженно-деформированного состояния (ТНДС) является основным в расчете ГЦ. При работе четырехтактного дизеля температура в камере сгорания (КС) меняется в соответствии с рабочим циклом. За счет перепада температур на огневом днище ГЦ возникает перепад температур, что вызывает появление значительных напряжений (по нашим расчета температурные напряжения больше чем в три раза превышают напряжения от монтажных нагрузок [3, 7, 8]). В связи с этим на огневой поверхности ГЦ могут появиться трещины, что приведет к нарушению работоспособности ГЦ [9–11]. В работах [2, 3] была подробно рассмотрена методика расчета напряженно-деформированного состояния ГЦ под действием силовых нагрузок, которые возникают при изготовлении и сборке. Как показал расчет МКЭ [2, 3], при работе дизеля 4ЧН 10,5/12 (Д-145Т) на режиме максимального крутящего момента на огневой поверхности ГЦ температурные напряжения в перемычке между клапанами равны 108,1 МПа, в то время как напряжения от давления газов и нагружения при сборке составляют только 31,1 МПа, т.е. отличаются в три раза. Таким образом, именно теплонапряженное состояние ГЦ определяет её долговечность.

Рассмотрим порядок расчета теплонапряженного состояния ГЦ транспортного дизеля жидкостного охлаждения с учетом циклов нагрева и охлаждения в камере сгорания при его работе.

Цель исследования: разработать методику анализа теплового и напряженно-деформированного состояния ГЦ транспортного дизеля жидкостного охлаждения 8ЧН12/13 под действием монтажной нагрузки и сил давления газов, а также тепловых нагрузок, что позволит провести расчет ГЦ на долговечность и прогнозировать ее надежность в эксплуатации.

Мы не рассматриваем, как определять напряжения в ГЦ от газовых сил и монтажных нагрузок, так как это нами было изложено в работах [2, 3].

Известно, что на долговечность ГЦ влияют только низкочастотные колебания температуры, вызванные изменением режима работы двигателя [10, 11].

На основании исследований, приведенных в [12], дизели ЯМЗ-238, установленные на автомобилях КрАЗ-257 т КрАЗ-236Б, работают около 50–90 % времени на участке внешней скоростной характеристики при частоте вращения коленчатого вала 0,7–1 от номинальной.

На международном шоссе с асфальтобетонным покрытием число переключений скорости, а значит, и смена режима составляет 15–16 переключений на 100 километров пробега, в интенсивном городском движении таких переключений уже около 400 [12]. Для дизеля 8ЧН12/13 примем аналогичные смены режимов работы и учитывать при моделировании будем только низкочастотные колебания температуры.

Исходя из принятых допущений, циклограмму термонагружения ГЦ представим в виде, показанном на рис. 1. Из нее следует, что только переход на новый режим приводит к резкому росту температур в межклапанной перемычке, при этом уровень температур T_{max} стабилизируется в течение $\tau_{наг.} = 2–3$ минуты после выхода дизеля на установившийся режим (рис. 1). Движение автомобиля при T_{max} в течение $\tau_{выд.1}$ сопровождается колебанием нагрузки, однако существенного влияния на тепловой режим дизеля данное явление практически не оказывает и только остановка автомобиля приводит к снижению температур до уровня T_{min}.

Для расчета МКЭ необходимо, основываясь на чертежах (рис. 2), создать трехмерную модель ГЦ с использованием программ твердотельного моделирования ANSYS, SolidWorks, Catia, Pro/Engineer и др.

Для расчета МКЭ механические характеристики материала ГЦ, направляющих втулок, седел клапанов и гильзы цилиндра в зависимости от температуры выбираются по справочным данным.

На основе разработанной трехмерной модели [2, 3] (рис. 3, а) создается конечно-элементная модель (КЭМ) с использованием программных комплексов конечно-элементного моделирования ANSYS или SolidWorks Simulation (рис. 3, б).

При построении КЭМ (рис. 3) необходимо использовать густую расчетную сетку и уменьшенные КЭ в сечениях перехода, например в перемычках между клапанами, а также в перемычках между отверстием под форсунку и выпускным клапанным отверстием ГЦ.

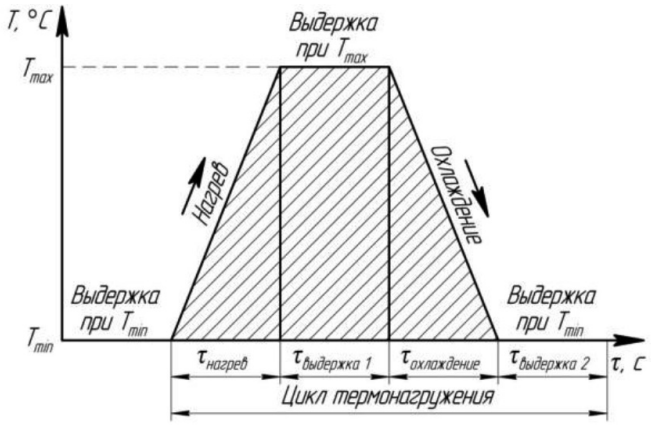
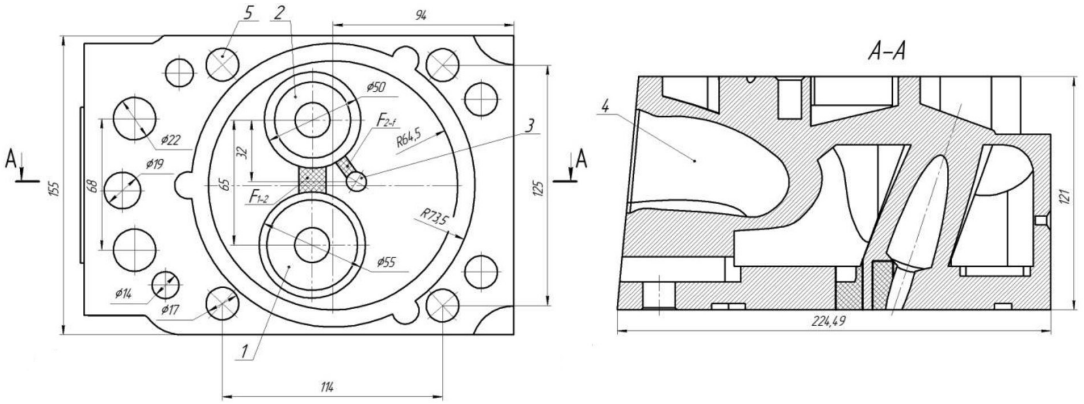
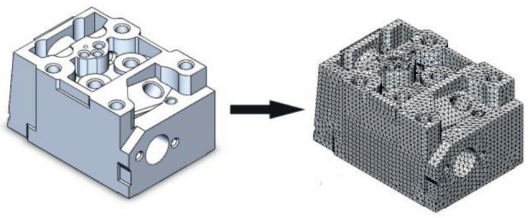


Рис. 1. Цикл термонагружения ГЦ



а) *б)*

Рис. 2. Головка цилиндров дизеля 8ЧН12/13: а) вид со стороны огневой поверхности ГЦ: 1 – впускной клапан; 2 – выпускной клапан; 3 – отверстие для установки форсунки, 4 – впускной канал; 5 – отверстия для шпилек крепления ГЦ; F_{1-2} – межклапанная перемычка; F_{2-f} – перемычка между выпускным клапаном и стаканом форсунки; б) сечение по линии А–А



а) *б)*

Рис. 3. Процесс создания конечно-элементной модели: а) твердотельная 3D модель; б) конечно-элементная модель

При выборе кинематических граничных условий (ГУ) для КЭМ необходимо учитывать возможность перемещения поверхностей, связанных с блок-картером. По данным [19], исключение боковых перемещений поверхности КЭМ ГЦ дает погрешность в вычислении напряжений в перемычках между клапанами в 3–4 раза. Поэтому граничные условия назначаются в виде сил трения между ГЦ и опорной поверхностью блока [3].

Тепловые граничные условия (ГУ) при расчете теплонапряженного состояния ГЦ назначаются следующие:

ГУ I рода – задается распределение температуры на огневой поверхности *S* ГЦ как функция координат:

$$T_s = \varphi(x, y, z),\ x, y, z \in S, \qquad (1)$$

где $\varphi(x, y, z)$ – заданная на огневой поверхности ГЦ температура в узловых точках КЭ, полученная результатам термометрирования.

ГУ II рода – известно или задается распределение плотности теплового потока q_s, проходящего через некоторую поверхность S:

$$q_s = \psi(x, y, z),\ x, y, z \in S. \qquad (2)$$

Условие (2) можно записать в виде [6, 7]

$$q_s = -\lambda\left(\frac{\partial T(x, y, z)}{\partial n}\right)_s, \qquad (3)$$

где $\overline{n}$ – нормаль к поверхности тела S в некоторой точке с координатами x, y, z; λ – коэффициент теплопроводности материала ГЦ (Вт/(м×К)) [8, 10].

ГУ III рода – на поверхности тела задается плотность теплового потока вследствие теплопроводности со стороны тела от разности температур поверхности тела T_s и окружающей среды T_∞ [4, 13, 14]:

$$q_s = \pm\alpha\left(T_S - T_\infty\right), \qquad (4)$$

где α – коэффициент теплоотдачи (теплообмена), Вт/(м^2·К); T_S, T_∞ – температура в определенной точке огневой поверхности ГЦ и температура окружающей среды над этой точкой, ^0K.

Коэффициент α характеризует интенсивность теплового взаимодействия среды заданной температуры T_∞ с поверхностью тела [14–15].

Граничные условия III рода используются для решения стационарной задачи теплопроводности на огневой поверхности ГЦ.

На основании закона сохранения энергии с учетом (3) и (4) имеем

$$-\lambda\left(\frac{\partial T\left(x, y, z\right)}{\partial n}\right)_S = \alpha\left(T_S - T_\infty\right). \qquad (5)$$

Температурные поля фаски клапана и посадочной поверхности седла в ГЦ

Тепловые потоки за рабочий цикл дизеля меняют свое направление [4, 14, 15], поэтому при расчете температурных полей в ГЦ необходимо согласовывать температуру фаски клапана и посадочной поверхности седла. Когда клапаны закрыты, то все тепло передается на огневую поверхность ГЦ, от которой тепло передается впускному клапану. На такте впуска впускные клапаны омываются свежим зарядом, тем самым снижая температуру. На такте выпуска – клапаны и седло клапана омываются отработавшими газами, что поднимает их температуру. По разности температур поверхности их T_s и отработавших газов T_∞ по плотности теплового потока и коэффициента теплоотдачи двух тел $\alpha_к$ Вт/(м2·К) можно найти распределение температуры.

В работе [14] рекомендуется определять коэффициент теплоотдачи контакта двух тел $\alpha_к$ Вт/(м^2·К) по формуле [4, 20]:

$$\alpha_k = 2{,}12 \cdot 10^4 \lambda_m \left(\frac{p}{E_m} B_p\right)^{0{,}8} + \\ + \frac{\lambda_c}{(h_{m1} + h_{m2})(1 - m)d}, \qquad (6)$$

где λ_m и E_m – средние коэффициент теплопроводности и модуль упругости двух контактирующих тел (в нашем случае сплава алюминия и чугуна), которые определяются по формулам [4, 14] $\lambda_m = 2\lambda_1\lambda_2 / (\lambda_1 + \lambda_2)$; $E_m = 2E_1E_2 / (E_1 + E_2)$; p – контактное давление после запрессовки; B_p = 0,15–0,25 – безразмерный коэффициент, характеризующий геометрические свойства контактирующих поверхностей; $\lambda_c \approx 0{,}35 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·град) – теплопроводность среды в объемах микронеровностей; m – коэффициент заполнения профиля микронеровностей (для шлифованных поверхностей m = 0,5); $d \approx$ 1,2–1,6 – коэффициент, характеризующий влияние максимальных выступов микронеровностей, зависящий от соотношения p/E [13].

При определении теплового и напряженно-деформированного состояния ГЦ [4, 10] необходимо проводить раздельный расчет седла и выпускного клапана. Для этого при первом итерационном расчете выбирается произвольная температура их и коэффициент теплоотдачи от клапана к седлу. Последовательным расчетом на каком-то этапе итерации эти температуры выравниваются. При открытых клапанах температуры и коэффициенты теплоотдачи клапана и седла усредняются. После нескольких итераций после выравнивания температуры фаски клапана и посадочной поверхности седла проводят расчет температурного поля ГЦ [4, 10].

Выбор граничных условий на огневом днище ГЦ

Обычно для определения среднего по огневой поверхности ГЦ значения коэффициента теплоотдачи используют формулы Вошни или Хохенберга [4, 15]. В работе [15] показано, что ни одна из зависимостей не позволяет получить удовлетворительные результаты. В связи с этим предлагается для расчета усредненного коэффициента теплоотдачи $\alpha_Г$ в КС в процессе газообмена использовать формулу Цапфа [15]:

$$\alpha_{кс} = CD^{-0{,}22} T_\infty^{-0{,}52} p^{0{,}78} c_m^{0{,}78}, \qquad (7)$$

где C = 535; T_∞ – текущая температура рабочего тела в цилиндре, К; c_m – средняя скорость поршня; p – текущее давление в цилиндре, МПа.

За время протекания цикла температура среды усредняется по всему объему КС.

Примем, что закон изменения коэффициента теплоотдачи от центра огневого днища ГЦ по радиусу в первом приближении будет таким же, как на огневом днище поршня [22, 23]. Тогда изменение усредненного за цикл локального коэффициента теплоотдачи $\alpha_г$ по радиусу цилиндра r для дизелей с открытыми камерами сгорания [10, 15]:

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{2K_1\alpha_{ср}\exp\left[\left(C_1 r\right)^{n_1}\right]}{1+\exp\left[\left(C_1 R_1\right)^{n_1}\right]}$$

при $r \le R_1$; (8)

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{2K_1\alpha_{ср}\exp\left[C_2\left(K_2 N_2 - r\right)^{n_2}\right]}{1+\exp\left[\left(C_1 R_1\right)^{n_1}\right]}$$

при $r > R_1$, (9)

где K_1 – отношение среднего по поверхности днища ГЦ коэффициента теплоотдачи к среднему значению коэффициента теплоотдачи по всей поверхности КС.

Эмпирические коэффициенты K_2, n_1, n_2, C_1, C_2, N_2 определяются по заданным значениям α_{rmin}, $\alpha_{г\ max}$, $\alpha_{г\ var}$ соответственно на радиусах $r = 0$, $r = R_1$, $r = 0{,}5D$ (рис. 4).

При $n_1 = n_2 = n$ справедливы следующие зависимости:

$$N_1 = \frac{R_1(C_1 + C_2)}{K_2 C_2}; C_1 = \frac{1}{R_1}\left[\ln\left(\frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\min}}\right)\right]^{\frac{1}{n}};$$

$$C_1 = \frac{R_1 C_1 - \left[\left(R_1 C_1\right)^n - \ln\left(\frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\text{var}}}\right)\right]^{\frac{1}{n}}}{0{,}5D - R_1}.$$

Распределение $\alpha_г$ на огневом днище ГЦ дизеля 8ЧН12/13 по радиусу цилиндра представлено на рис. 4.

Граничные условия во впускных и выпускных каналах

При работе двигателя значительное количество теплоты подводится от отработавших газов к стенкам выпускного канала. Граничные условия во впускных и выпускных каналах можно представить через число Нуссельта [15], представляющее собой безразмерный коэффициент теплоотдачи:

$$Nu_{\text{вп.к.}} = 0{,}214\,\text{Re}^{0{,}68}\left(1 - 0{,}765\frac{h_{\text{вп.к.}}}{d_{\text{вп.кл.}}}\right); \quad (10)$$

$$Nu_{\text{вып.к.}} = 2{,}58\,\text{Re}^{0{,}5}\left(1 - 0{,}797\frac{h_{\text{вып.к.}}}{d_{\text{вып.кл.}}}\right).$$

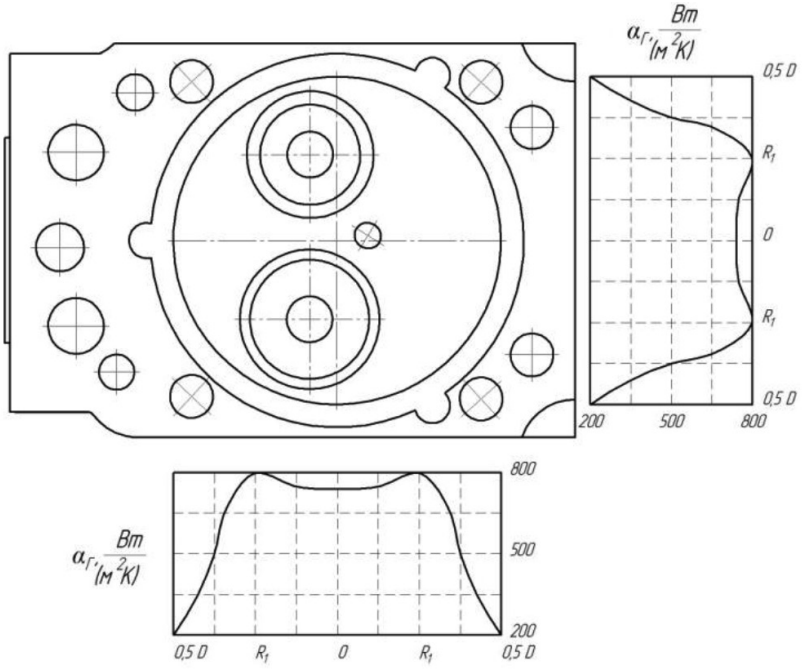


Рис. 4. Изменение коэффициента теплоотдачи на огневом днище ГЦ дизеля 8ЧН12/13 по радиусу цилиндра (для расчетов R_1 = 32,5 мм – расстояние между центрами впускного и выпускного каналов)

В выражениях (10) h и d – ход клапанов и диаметры клапанов (с соответствующими индексами: вп – впускной; вып – выпускной). Для вычисления числа Рейнольдса определяющими размерами являются гидравлические диаметры каналов и средняя скорость потоков во впускном и выпускном каналах:

$$\mathrm{Re} = \frac{QD_g}{\nu A} = \frac{vD_g}{\nu}, \qquad (11)$$

где Q – объемный расход газа, м³/с; D_g – гидравлический диаметр канала, м; ν – кинематическая вязкость газа, м²/с; A – площадь сечения канала, м²; v – характерная скорость м/с.

Переход к коэффициентам теплоотдачи α осуществляется по известной зависимости $Nu = (\alpha d)/\lambda$, где λ – теплопроводность газа.

Расчет напряжений в сопряжении седло – головка цилиндров с учетом натяга и при нагреве был подробно рассмотрен нами в работе [2].

Теплообмен со стороны охлаждающей жидкости

Для расчета коэффициента теплоотдачи $\alpha_ж$, Вт/(м²·К) со стороны охлаждающей жидкости [10, 15] можно использовать формулу Зоннекена:

$$\alpha_ж = (300 + 1800\sqrt{w_{ж;}}) \cdot 1{,}163, \qquad (12)$$

где $w_ж$ – скорость движения охлаждающей жидкости.

В качестве оценочных показателей теплового состояния огневого днища ГЦ примем:

– максимальную температуру на огневой поверхности ГЦ T_{max};

– температуры на кромках отверстий в выделенных зонах $F_{1\text{-}2}$ и $F_{2\text{-}f}$ (рис. 2);

– максимальные температуры перемычек в тех же зонах;

– максимальный перепад температур по всей нагреваемой поверхности днища ГЦ;

– разность максимальных температур перемычки между выпускными и впускными каналами.

Для напряженно-деформированного состояния ГЦ примем следующие оценочные показатели:

– максимальное значение интенсивности напряжений σ_{max} на поверхности огневого днища;

– интенсивность напряжений в соответствующих точках зон днища;

– наибольшая разность прогибов у кромок отверстий на днище под впускной и выпускной каналы.

В пределах каждого КЭ скалярное поле температур и векторное поле перемещений описываются полиномами второго порядка; напряжения изменяются линейно. Функция формы КЭ параболическая, что позволяет при одинаковой точности расчета применять значительно меньше элементов, чем при использовании тетраэдральных элементов [3].

Для получения матриц теплопроводности и жесткости объемного КЭ, а также соответствующих им векторов правых частей может быть применена четырнадцатиточечная кубаторная формула численного интегрирования, которая снизила время счета по сравнению с двадцатисемиточечной на 20%.

Для решения задачи теплопроводности вычисляется матрица теплопроводности и вектор тепловой нагрузки каждого элемента, на основании которой формируется общая матрица и вектор «тепловой нагрузки» всей расчетной схемы. Температура во всех узловых точках расчетной схемы определяется после решения полученной системы линейных уравнений.

Так как алюминиевый сплав АК5М7 (АЛ10В), из которого изготовлена ГЦ, изменяет свои физико-механические характеристики в зависимости от температуры, то для уточнения коэффициента теплопроводности λ и модуля упругости E проводились их пересчеты в зависимости от температуры. Для реализации этого метода диапазон изменения температур ГЦ разбивался на десять интервалов, для которых можно принять λ = const, E = const.

Средняя температура в каждом КЭ перед пересчетом может быть определена по формуле

$$T_{ср} = \frac{\int_v [N]^T [T] dv}{v}, \qquad (13)$$

где $[N]^T$ – транспонированный вектор функций формы элементов; $[T]$ – вектор-столбец узловых температур элемента; v – объем элемента.

После этого в той же расчетной схеме учитываются принятые нами оценочные показатели теплового состояния, монтажных и газовых нагрузок [2] определяются компоненты перемещений во всех узловых точках. Далее поэлементный расчет напряжений позволяет определить тензор напряжений в любой точке ГЦ.

По известным компонентам тензора напряжений в узлах определяется интенсивность напряжений [2, 6]:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + 6 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}. \qquad (14)$$

Результаты расчетов и выводы

Несмотря на довольно значительное число исследований по определению коэффициента теплоотдачи [22], значения их, полученные по эмпирическим зависимостям, сильно отличаются. При расчете тепловой задачи в нестационарной постановке единственным способом решения задачи является усреднение температур и коэффициентов теплоотдачи по времени.

По результатам расчетов по приведенным зависимостям коэффициент теплоотдачи на огневом днище ГЦ около $\alpha_г = 800$ Вт/(м^2·*K*) (в районе межклапанной перемычки – 775 Вт/(м^2·*K*)).

На режиме максимального крутящего момента наибольшая температура огневой поверхности ГЦ дизеля 8ЧН12/13 составляет 345 °С в межклапанной перемычке. Температура ГЦ стороны охлаждения равна 175 °С. Температура посадочной поверхности седла выпускного клапана составляет 450 °С. При дальнейшем форсировании дизеля по среднему эффективному давлению необходимо предусмотреть меры по совершенствованию конструкции ГЦ.

Список литературы

1. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2019. 384 с.

2. Гоц А.Н., Клевцов В.С. Методика расчета теплового и напряженного состояния головки цилиндра транспортного дизеля жидкостного охлаждения // Известия МГТУ «МАМИ» Транспортные машины, транспортно-технологические средства и энергетические установки. 2019. № 1 (39). С. 2–8.

3. Гоц А.Н., Иванченко А.Б., Прыгунов М.П., Французов И.В. Моделирование теплонапряженного состояния головки цилиндров тракторного дизеля воздушного охлаждения // Фундаментальные исследования. 2013. № 6–5. С. 1061–1067.

4. Онищенко Д.О., Панкратов С.А. Моделирование теплового состояния крышки цилиндра и клапанов дизеля // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2013. № 4. С. 95–108.

5. Гришин Д.К., Вальехо Мальдонадо П.Р., Чайнов Н.Д., Лодня В.А. Математическое моделирование теплового состояния головки высокооборотного малоразмерного дизеля с непосредственным впрыскиванием // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 8. С. 28–30.

6. Gots A., Klevtsov V. Method of determining the durability of diesel cylinder heads. Collection of reports technical and scientific conference with international participation «Transport, ecology – sustainable development». Bulgaria, Varna. 2018. Vol. XXIV. P. 73–77.

7. Прыгунов М.П. Исследование и разработка оценки долговечности головок цилиндров тракторных дизелей с воздушным охлаждением: дис. … канд. техн. наук: 05.02.02: 05.04.02. Владимир, 2013. 177 с.

8. Исаев Е.В., Мильштейн Л.Г. Расчетный анализ термического напряженно-деформированного состояния днища блочных головок цилиндров с учетом влияния конструктивных факторов // Двигателестроение. 1985. № 10. С. 28–31.

9. Чайнов Н.Д., Раенко М.И., Рыжов В.А. Прочность теплонапряженных базовых деталей среднеоборотных двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 2015. 360 с.

10. Раенко М.И., Рыжов В.А. Оценка прочностной надежности крышек цилиндров транспортных дизелей по критерию долговечности // Двигателестроение. 2012. № 1. С. 7–17.

11. Раенко М.И., Рыжов В.А., Мягков С.П. Оценка долговечности крышек цилиндров среднеоборотных транспортных дизелей // Двигателестроение. 2010. № 2. С. 3–6.

12. Костин А.К., Пугачев Б.П., Кочинев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации. Ленинград: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. 284 с.

13. Мильштейн Л.Г., Исаев Е.В. Определение кинематических граничных условий при расчете термических напряжений в блочных головках цилиндров // Двигателестроение. 1985. № 9. С. 22–26.

14. Попов В.М. Теплообмен в зоне контакта разъемных и неразъемных соединений. М.: Энергия, 1971. 214 с.

15. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 516 с.

УДК 621.396.67

КОРРЕКТИРУЮЩИЙ МЕТОД АДАПТАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ К ВЛИЯНИЮ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ ТРАКТОВ

Гурский С.М.

ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: sergeygurskiy2018@yandex.ru

В статье предложен подход к количественной оценке влияния механических повреждений в виде вмятин, пробоин, прогибов элементов антенно-фидерного тракта радиотехнической системы на амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики антенно-фидерного тракта. Указанные повреждения рассматриваются как нерегулярности антенно-фидерных трактов, которые являются источником амплитудно-фазо-частотных искажений широкополосных сигналов в радиотехнических системах. При этом показано, что наиболее существенно проявляются гармонические искажения фазы широкополосных сигналов как результат интерференции, падающей и отраженной от нерегулярности волн. Следствием искажений является деформация фазочастотного спектра широкополосных сигналов на выходе согласованного фильтра, изменение формы и амплитуды автокорреляционной функции широкополосных сигналов. Для ослабления негативного влияния повреждений на характеристики антенно-фидерного тракта предложен корректирующий метод адаптации радиотехнических систем к влиянию указанных повреждений, а также технические решения, направленные на улучшение условий наблюдаемости полезных сигналов на фоне помех в условиях появления механических повреждений. Внедрение предложенного в статье метода адаптации радиотехнических систем к влиянию повреждений антенно-фидерных трактов (АФТ) в виде вмятин и пробоин может позволить повысить отношение сигнал – помеха на величину до 10 дБ по сравнению с известными в условиях осколочного воздействия эвентуального противника. Новизна предлагаемого метода и технических решений подтверждается двумя патентами Российской Федерации на изобретения.

Ключевые слова: антенно-фидерный тракт, радиотехническая система, широкополосный сигнал, автокорреляционная функция, уровень боковых лепестков, автоматический корректор амплитудно-частотной характеристики

CORRECTIVE METHOD OF ADAPTATION OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS TO THE INFLUENCE OF DAMAGE TO ELEMENTS OF ANTENNA-FEEDER PATHS

Gurskiy S.M.

Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «The Mozhaisky Military Space Academy» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Saint-Petersburg, e-mail: sergeygurskiy2018@yandex.ru

The article offers an approach to quantifying the impact of mechanical damage in the form of cracks, holes, deflections of elements of the antenna-feeder path of a radio engineering system on the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of the antenna-feeder path. These damages are considered as irregularities of antenna-feeder paths, which are a source of amplitude-phase-frequency distortion of broadband signals in radio engineering systems. At the same time, it is shown that the most significant harmonic distortion of the phase of broadband signals is the result of interference incident and reflected from the irregularity of waves. The distortion results in the de-formation of the phase-frequency spectrum of broadband signals at the output of the matched filter, and changes in the shape and amplitude of the autocorrelation function of broadband signals. To reduce the negative impact of damage on the characteristics of the antenna-feeder path, a corrective method of adapting radio engineering systems to the influence of these damages, as well as technical solutions aimed at improving the observability of useful signals against the background of interference in the conditions of mechanical damage, is proposed. The implementation of the proposed method of adapting radio engineering systems to the impact of damage to antenna-feeder paths (aft) in the form of dents and holes can increase the signal-to-noise ratio by up to 10 dB compared to those known in the conditions of fragmentation impact of an even enemy. The novelty of the proposed method and technical solutions is confirmed by two patents of the Russian Federation for inventions.

Keywords: antenna-feeder path, radio engineering system, broadband signal, autocorrelation function, side lobe level, automatic correction of amplitude-frequency response

Следствием влияния поражающих факторов оружия на радиотехнические системы (РТС) является появление повреждений в виде вмятин, пробоин и прогибов антенно-фидерных трактов. Указанные повреждения рассматриваются как нерегулярности антенно-фидерных трактов, которые являются источником амплитудно-фазо-частотных искажений широкополосных сигналов РТС. При этом наиболее существенно проявляются гармонические искажения фазы широкополосных сигналов как результат интерференции, падающей и отраженной от нерегулярности волн. Следствием искажений является деформация фазочастотного спектра широкополосных сигналов на выходе согласованного фильтра, изменение формы и амплитуды

автокорреляционной функции широкополосных сигналов.

В связи с этим представляет интерес оценка изменения автокорреляционной функции широкополосных сигналов в зависимости от степени повреждения антенно-фидерных трактов и определение компенсационных мер по результатам фазовых возмущений – корректирующего метода адаптации РТС к влиянию повреждений антенно-фидерного тракта.

Материалы и методы исследования

В случае гармонического фазового возмущения вида $\varphi(\omega) = \varphi_{\max} \sin \Omega t$ выходной широкополосный сигнал согласованного фильтра определяется выражением

$$\upsilon(t) = I_0(\varphi_{\max})\upsilon_0(t) + \sum_{n=1}^{\infty}\left[I_n(\varphi_{\max})\upsilon_0(t + n\Omega/\beta_0) + (-1)^n I_n(\varphi_{\max})\upsilon_0(t - n\Omega/\beta_0)\right], \quad (1)$$

где $\upsilon_0(t)$ – автокорреляционная функция искаженного широкополосного сигнала;
$I_0(\varphi_{\max}), I_n(\varphi_{\max})$ – функции Бесселя;
β_0 – скорость частотной девиации.

Во временной области широкополосный сигнал представляет сумму неискаженного сигнала и расположенных симметрично от него парных эхо, удаленных от центрального пика автокорреляционной функции на величину $n\Omega/\beta_0$ [1]. Частота искажений равна $\Omega = 2\pi m/\Delta t$. Число осцилляций m фазы в диапазоне изменения частоты $\Delta\omega$ можно определить по фазовой скорости V_{ph} и расстоянию l_{irreg} до нерегулярности $\Delta\omega 2l_{irreg}/2\pi V_{ph}$. При $l_{irreg}/V_{ph} \approx 1/2\Delta F$ парные эхо располагаются в районе первого минимума сжатого широкополосного сигнала [2]. Для современных РТС величина m составляет 5–10 % от значения несущей частоты, а длина открыто расположенных АФТ l_{ATS} может достигать десятков метров. Отсюда следует, что наиболее вероятные значения m будут располагаться в диапазоне 0,5–10. При этом для максимальных значений m парные эхо будут располагаться на значительном удалении от центрального пика автокорреляционной функции широкополосных сигналов и не будут маскировать отметки от близкорасположенных целей. По этой причине наибольший интерес представляет оценка изменений автокорреляционной функции широкополосных сигналов при m = 0,5 … 3.

Результаты исследования и их обсуждение

В [3] приведена оценка изменений автокорреляционной функции сигнала для значения m = 0,5 и фиксированных величин коэффициентов отражения волны для двух нерегулярностей в антенно-фидерных трактах. Полученные результаты необходимо дополнить расчетом автокорреляционной функции широкополосных сигналов для других значений m и изменяемых величин коэффициентов отражения.

Максимальное значение фазового возмущения можно оценить по фазочастотной характеристике (ФЧХ) усилительного элемента сверхвысокой частоты (СВЧ), нагруженного на антенно-фидерные тракты с нерегулярностями (то есть с повреждениями) [4]:

$$\varphi_{\max} \approx arctg \frac{KP}{\sqrt{1-(KP)^2}}, \quad (2)$$

где K – коэффициент передачи усилителя по напряжению; $P = \Gamma_1\Gamma_2 e^{-\alpha_{ATS} l_{ATS}}$ – произведение модулей коэффициентов отражения от соответствующих нерегулярностей (повреждений) антенно-фидерных трактов; α_{ATS} – постоянная затухания в антенно-фидерных трактах.

При условии равенства величины К единице в формуле (2), рассчитанный по формуле (1) уровень боковых лепестков для m = 2,3 в зависимости от величины P или коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН или K_{sw}) для различных степеней повреждения антенно-фидерных трактов и с учетом весовой обработки составил 0,3 при K_{sw} = 10. Ухудшение отношения сигнал – шум в случае безвесовой обработки для значений m = 2,3 составляет примерно 4 дБ.

В соответствии с критериями ухудшения, принятыми в [2, 5], диапазон изменений КСВН K_{sw} и соответствующие им повреждения по степени увеличения уровня боковых лепестков следует разделить на три участка – слабые, сильные и очень сильные.

Расчет автокорреляционной функции для случая непериодических гармонических искажений (m = 0,5) показал, что при четной функции фазового возмущения уровень центрального пика с ростом K_{sw} снижается, импульс расширяется и при больших значениях K_{sw} расщепляется пополам.

При этом уровень боковых лепестков автокорреляционной функции широкополосных сигналов возрастает на 1,6 дБ, а цен-

тральный пик снижается на 1 дБ. На уровне 0,7 импульс расширяется на 50%. В случае нечетной функции фазового возмущения происходит смещение центрального пика автокорреляционной функции широкополосных сигналов по оси времени на величину, пропорциональную K_{sw} или φ_{max}/π. Нарушение симметрии центрального пика автокорреляционной функции широкополосных сигналов сопровождается перераспределением энергии и возрастанием уровня правого бокового пика на величину до 2 дБ.

Таким образом, нерегулярности, возникающие в антенно-фидерном тракте при его повреждении в результате воздействия поражающих факторов оружия, приводят к росту уровня боковых лепестков автокорреляционной функции широкополосных сигналов и изменению её формы. При этом в силу случайного характера степени и места повреждения антенно-фидерных трактов РТС, различные по характеру фазовые возмущения порождают различные деформации автокорреляционной функции сигнала. Анализ результатов расчета приводит к выводу о необходимости адаптивной коррекции искажений автокорреляционной функции широкополосных сигналов по результатам фазовых возмущений, вызванных в том числе и повреждениями антенно-фидерных трактов.

Пути адаптации РТС к повреждениям антенно-фидерного тракта

В этих целях предлагается устройство [6], структурная схема которого представлена на рис. 1. Изображенный на рис. 1 автоматический корректор амплитудно-частотной характеристики антенно-фидерного тракта РТС содержит: направленный НО1 и ненаправленный НО2 ответвители, линии задержки (ЛЗ1 и ЛЗ2), вентили (В1 и В2), дисперсионный анализатор спектра (ДАС), дискретизатор (Диск.) с *n*-выходами, запоминающее устройство (ЗУ), электронный коммутатор (К), формирователь управляющих сигналов (ФУС), управляемые входы согласователя (УВхС), собственно согласователи (Соглас.).

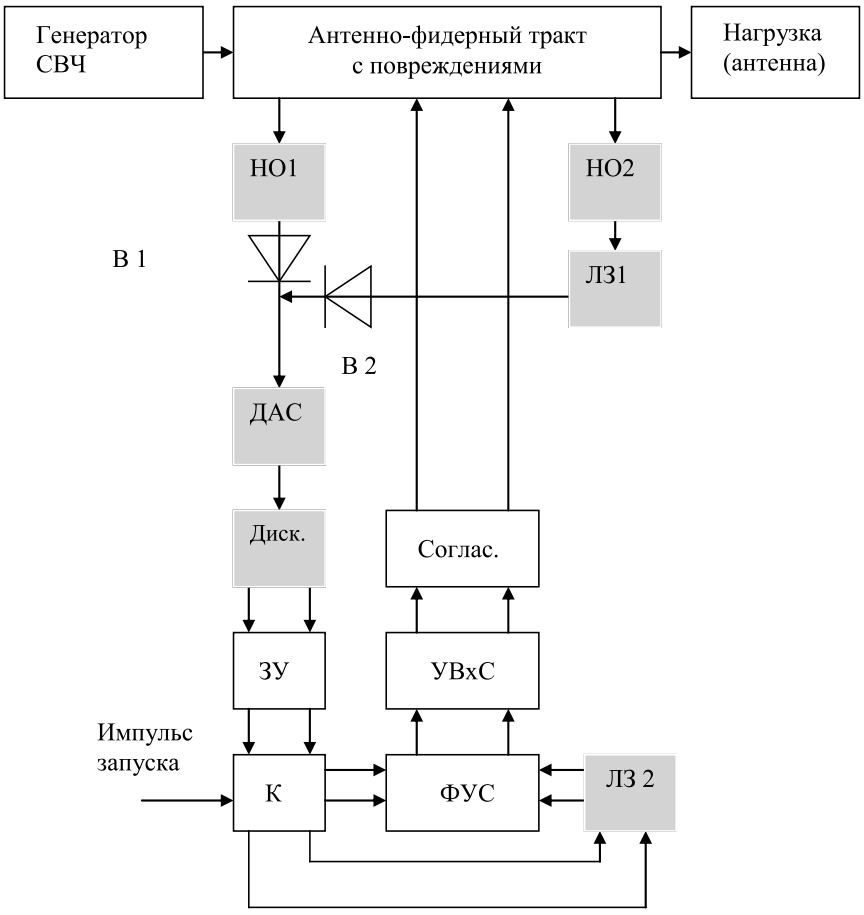


Рис. 1. Структурная схема корректора амплитудно-частотной характеристики антенно-фидерного тракта с повреждениями

Принцип работы автоматического корректора основывается на внесении согласователями (Соглас.) в фазочастотную характеристику антенно-фидерного тракта фазочастотных поправок по сигналам управления, вырабатываемым в формирователе управляющих сигналов (ФУС) устройством сравнения одноимённых *n* кодовых спектральных посылок искаженного в частично повреждённом антенно-фидерном тракте и неискаженного излучаемых сигналов. В качестве согласователей используются *n* электрически управляемых взаимных фазовращателей на основе сегнетоэлектриков.

Время срабатывания устройства (40–50) мкс и определяется как

$$T = 2\tau_c + \tau_{изм} + \tau_{АФТ} + \tau_{сраб},$$

где τ_c – длительность зондирующего сигнала;

$\tau_{изм}$ – время измерения и преобразования спектра сигнала;

$\tau_{АФТ}$ – время прохождения зондирующего сигнала в тракте СВЧ;

$\tau_{сраб}$ – время срабатывания согласователей.

Автоматический корректор амплитудно-частотной характеристики антенно-фидерного тракта с повреждениями работает следующим образом.

Рассмотрим сначала случай коррекции амплитудно-частотной характеристики при малых искажениях сигнала антенно-фидерным трактом. Этот случай поясняется эпюрами (рис. 2) напряжений при использовании сигнала в виде радиоимпульса с прямоугольной формой огибающей.

Сверхвысокочастотный генератор в момент времени t_0 прихода импульса запуска формирует опорный сигнал (рис. 2, (1) *а*), который со входа антенно-фидерного тракта через направленный ответвитель НО1 и вентиль В1, который может быть включен для улучшения развязки, поступает на вход дисперсионного анализатора спектра ДАС. На вход ДАС в момент времени t_2 поступает также сигнал с выхода антенно-фидерного тракта через ненаправленный ответвитель НО2, первую линию ЛЗ1 задержки и вентиль В2, который может быть включен для улучшения развязки (рис. 2, (1) *г*). При этом момент времени $t_2 = t_0 + \tau_{изм} + \tau_c$, где $\tau_{изм}$ – время, необходимое для обработки сигнала в измерителе (в составе последовательно соединённых ДАС, Диск. и ЗУ) с учетом переходных процессов, τ_c – длительность опорного сигнала, а время задержки первой линии ЛЗ1 задержки равно $\tau_{ЛЗ1} = (\tau_c - \tau_{АФТ}) + \tau_{изм}$, где $\tau_{АФТ}$ – время задержки сигнала антенно-фидерным трактом. За время $(t_2 - t_0)$ с выхода дисперсионного анализатора спектра ДАС на вход дискретизатора (Дискр.) поступает спектр опорного сигнала (рис. 2, (1) *б*). На выходе дискретизатора (Дискр.) образуется N амплитудных значений каждой из N частотно-временной дискреты в цифровом коде (рис. 2, (1) *в*), которые поступают в запоминающее устройство (ЗУ). С выхода запоминающего устройства (ЗУ) в момент времени $t_1 = t_0 + \tau_{изм}$ спектр опорного сигнала в цифровом коде поступает через электронный коммутатор (К) на вход второй линии (ЛЗ2) задержки. Аналогичным образом, в момент времени $t_3 = t_2 + \tau_{изм} = t_0 + \tau_c + 2\tau_{изм}$ начинает формироваться спектр сигнала, прошедшего антенно-фидерный тракт и через электронный коммутатор (К) поступает на 1, ..., N входы формирователя управляющих сигналов (ФУС) (рис. 2, (1) *д*, *е*). В этот же момент времени τ_3 спектр опорного сигнала, задержанный второй линией (ЛЗ2) задержки на время $\tau_{ЛЗ2} = \tau_c + \tau_{изм}$, поступает на (N + 1,..., 2 N) входы формирователя управляющих сигналов (ФУС) (рис. 2, (1) *ж*).

Формирователь управляющих сигналов (ФУС) настроен так, что при малых искажениях сигнала, а следовательно, и его спектра антенно-фидерным трактом амплитуды N дискрет на (1, ..., N) входах ФУС равны амплитудам соответствующих N дискрет на (N + 1,..., 2N) входах ФУС. Поэтому напряжение на выходе ФУС, а следовательно, и на выходе управляемых входах согласователя (УВхС) равно нулю (рис. 2, (1) и рис. 2, (2)), т.е. напряжение на управляющих входах блока N согласователей отсутствует и все согласователи (фазовращатели) остаются в исходном положении и коррекции амплитудно-частотной характеристики антенно-фидерного тракта не происходит.

Рассмотрим теперь случай коррекции амплитудно-частотной характеристики при больших искажениях сигнала антенно-фидерным трактом. Данный случай поясняется эпюрами рис. 2, (2) также при использовании сигнала в виде радиоимпульса с прямоугольной формой огибающей. Формирование спектров опорного сигнала и сигнала, прошедшего антенно-фидерный тракт, происходит аналогично рассмотренному выше *случаю* (рис. 2, (1) *а* – *е*), однако из-за больших искажений сигнала, амплитуды N дискрет на (1, ..., N) входах ФУС существенно отличаются от амплитуд соответствующих N дискрет на (N + 1,..., 2N) входах ФУС (рис. 2, (2) *е* и 2, (2) *ж*). Поэтому на выходе ФУС появляется напряжение (рис. 2, (2) *з*) в цифровом коде, пропорциональное разности амплитуд соответствующих – дискрет сравниваемых спектров, под действием которого

управляемые входы согласователя (УВхС) выработает N управляющих напряжений таких величин и полярностей (рис. 2, (2) *и*) при которых последующая перестройка согласователей (фазовращателей) приводит к полному или частичному устранению искажений спектра сигнала, прошедшего антенно-фидерный тракт.

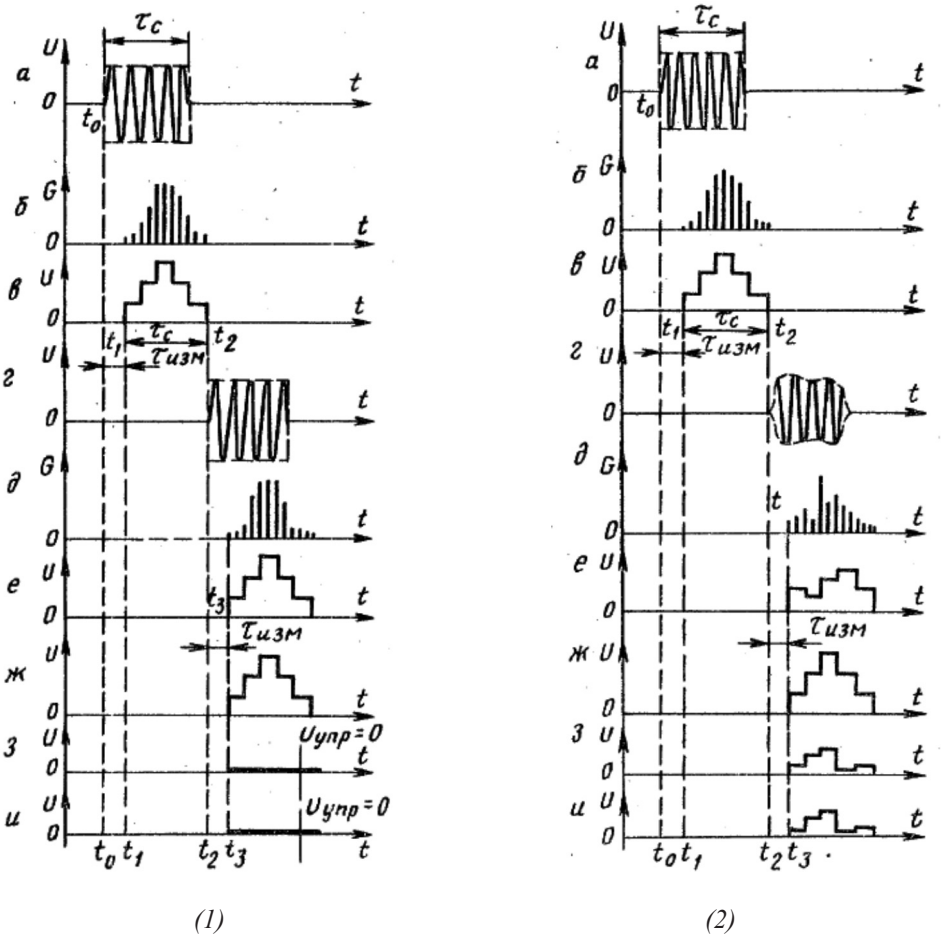
Предлагаемое устройство позволяет также устранить рассогласование между нагрузкой (антенной) и антенно-фидерным трактом, если параметры нагрузки изменяются.

Достоинством предлагаемого устройства является возможность коррекции фазочастотной и амплитудно-частотной характеристик антенно-фидерных трактов РТС в широкой полосе частот при наличии повреждений в виде вмятин и прогибов в элементах антенно-фидерных трактов.

Вместе с тем появление пробоин на элементах антенно-фидерных трактов (рис. 3) может привести к неоправданному увеличению потерь, связанных с паразитным излучением электромагнитной энергии.

Для существенного снижения последних предлагается адаптировать антенно-фидерный тракт РТС к механическим повреждениям в виде пробоин. При этом указанная адаптация заключается в восстановлении основных параметров частично повреждённого антенно-фидерного тракта до уровня, приближающегося к исходному уровню – неповреждённого антенно-фидерного тракта РТС (рис. 4).

Одним из путей такой адаптации является создание антенно-фидерных трактов РТС, открыто расположенная пассивная часть которых покрывается однослойными или многослойными оболочками, обладающими способностью самовосстанавливать электродинамические параметры антенно-фидерных трактов в местах осколочных и пулевых пробоин.



(1) *(2)*

Рис. 2. Эпюры напряжений, поясняющие принцип работы автоматического корректора амплитудно-частотной характеристики соответственно для случаев малых (1) и больших (2) искажений сигнала антенно-фидерным трактом

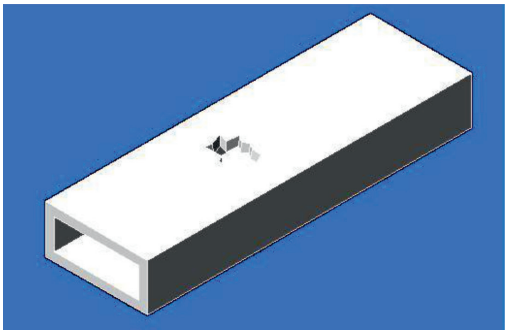


Рис. 3. Внешний вид элемента антенно-фидерного тракта с повреждением в виде пробоины в широкой стенке волновода

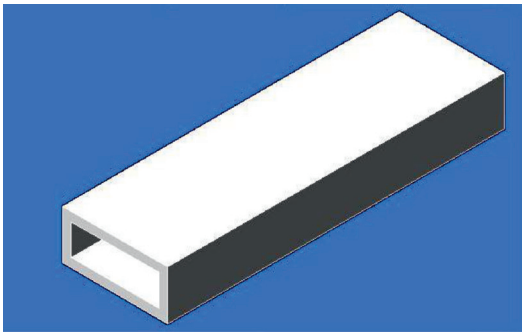


Рис. 4. Внешний вид неповреждённого элемента антенно-фидерного тракта

Простейшее устройство с элементами адаптации состоит из (рис. 5) металлического волновода 1 произвольной конфигурации, покрытого снаружи токопроводящей, эластичной оболочкой 2, обладающей способностью затягивать образующиеся в результате осколочно-пулевого воздействия механические пробоины и тем самым восстанавливать в местах повреждений электродинамические свойства антенно-фидерных трактов [7].

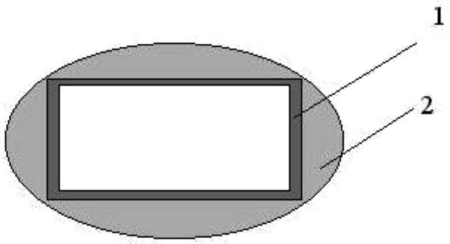


Рис. 5. Вид поперечного сечения предлагаемой конструкции элемента антенно-фидерного тракта: 1 – металлический волновод произвольной конфигурации; 2 – токопроводящая, эластичная оболочка, обладающая способностью затягивать образующиеся в результате осколочно-пулевого воздействия механические пробоины

Форма внешней токопроводящей оболочки 2 выбирается из условия обеспечения наилучшей обтекаемости устройства ударной волны. Достоинством предложенного технического решения является то, что, в отличие от известных, оно решает не только внутреннюю задачу, но и внешнюю, то есть не только поддерживает коэффициент стоячей волны по напряжению на заданном уровне, но и препятствует излучению электромагнитной энергии через пробоины антенно-фидерных трактов в пространство.

Заключение

Теоретические расчёты показали, что комплексное применение предлагаемых устройств [6, 7] может позволить увеличить отношение сигнал – помеха на величину до 10–15 дБ и существенно снизить степень искажения автокорреляционной функции широкополосных сигналов по сравнению с известными антенно-фидерными трактами РТС [1, 4, 8] в условиях осколочно-фугасного воздействия возможного противника. Новизна предлагаемых устройств подтверждается двумя патентами Российской Федерации на изобретения [6, 7].

Список литературы

1. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебное пособие / под ред. И.Б. Федорова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2011. 846 с.

2. Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Сколника. Пер. с англ. под. общ. ред. В.С. Вербы. В 2 кн. Кн. 1. М.: Техносфера, 2014. 672 с.

3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник. 4-е изд., испр. и доп. М.: ЛЕНАНД, 2016. 528 с.

4. Ахияров В.В., Нефедов С.И., Николаев А.И., Слукин Г.П., Федоров И.Б., Шустиков В.Ю. Радиолокационные системы: учебное пособие / Под ред. А.И. Николаева. 2-е изд. М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2018. 349 с.

5. Немировский М.С., Локшин Б.А., Аронов Д.А. Основы построения систем спутниковой связи / Под ред. доктора техн. наук, профессора М.С. Немировского. М.: Горячая линия – Телеком, 2016. 432 с.

6. Гурский С.М. Автоматический корректор амплитудно-частотной характеристики // Патент РФ 2248650. Патентообладатель Гурский Сергей Михайлович. 2005. Бюл. № 8.

7. Гурский С.М., Тимофеев Г.С., Гелесев А.И., Гущин А.И., Никишин В.Н., Филиппов О.Г. Гибкий волновод // Патент РФ № 2121735. Патентообладатель Московское высшее училище радиоэлектроники ПВО. 1998. Бюл. № 31 (II часть).

8. Пономарев Л.И., Вечтомов В.А., Милосердов А.С. Бортовые цифровые многолучевые антенные решетки для систем спутниковой связи / Под ред. Л.И. Пономарева. М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2018. 197 с.

УДК 004.62

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ОБМЕНА ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Иванова Н.А., Кубанских О.В., Нечаев С.Г.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», Брянск, e-mail: fiz_mat@mail.ru

В настоящей статье рассмотрены основные принципы работы универсального обмена данными в формате XML. Цель работы состоит в реализации модели синхронного обмена данных в распределенной информационной базе организации на платформе «1С:Предприятие». Данное исследование основано на изучении с последующим анализом достоинств и недостатков актуальных методов синхронизации данных при обмене электронной документацией в рамках деятельности организации. Универсальный механизм обмена данными позволяет использовать не только распределенные системы на основе 1С:Предприятие, но и информационные системы, работающие на других платформах. В работе рассмотрен пример возможности использования распределенной информационной базы для туристического агентства. Предложенный вариант позволяет на основе выбранного способа обмена данными в XML формате настроить правила обмена информацией, расписания обмена в распределенной информационной базе и выгрузки необходимых данных на FTP сервер. Результаты проведенного исследования показывают, что такой механизм позволит получать актуальную информацию о реальной ситуации, необходимую для оперативного планирования предприятием, управления и принятия решений для руководителей разного уровня. Представленный механизм обмена данными может быть применен в различных распределенных информационных системах.

Ключевые слова: обмен данными, распределенная информационная база, обмен в формате XML, настройка синхронизации данных, 1С: Предприятие

MODELING SYNCHRONOUS DATA EXCHANGE IN A DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM OF AN ORGANIZATION

Ivanova N.A., Kubanskikh O.V., Nechaev S.G.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Academician I.G. Petrovski University», Bryansk, e-mail: fiz_mat@mail.ru

This article discusses the basic principles of universal data exchange in XML format. The purpose of the work is to implement a model of synchronous data exchange in a distributed information base of the organization on the platform «1C: Enterprise». This study is based on the study and subsequent analysis of the advantages and disadvantages of current methods of data synchronization in the exchange of electronic documentation in the framework of the organization's activities. The universal data exchange mechanism allows you to use not only distributed systems based on 1C: Enterprise, but also information systems running on other platforms. This paper considers an example of the possibility of using a distributed information base for a travel Agency. The proposed option allows you to configure information exchange rules, exchange schedules in a distributed information database, and upload the necessary data to an FTP server based on the selected method of data exchange in XML format. The results of the research show that such a mechanism will allow you to get up-to-date information about the real situation, which is necessary for operational planning of the enterprise, management and decision-making for managers at different levels. The presented data exchange mechanism can be applied in various distributed information systems.

Keywords: data exchange, distributed information base, exchange in XML format, data synchronization settings, 1C: Enterprise

Сейчас сложно представить бизнес или предприятие, которые используют ручной документооборот. Ему на смену пришел электронный документооборот. Изначально такие системы позволяли совершать только обмен документами, но при дальнейшем развитии они получили интеграцию с системами планирования ресурсов и системой управления взаимоотношениями с клиентами.

Появление систем электронного документооборота позволило сократить затраты рабочего времени, исключить ошибки, возникающие при ручном документообороте, ускорить процесс обмена объектами учета внутри компании.

Электронный документооборот открыл возможность обмена документами внутри компаний с интегрированными системами автоматизации учета, что еще больше ускорило время необходимое для передачи документов.

Организация обмена данными является очень важной задачей в работе любой компании. Особенно это актуально, когда организация имеет распределенную структуру. Отделы компании (и/или дочерние компании) могут быть территориально рассредоточены (в одном здании, в одном районе, в одной области и др.) и взаимодействовать только посредством сети. В таком случае каждое подразделение может иметь свой сервер или исполняющий его функционал компьютер [1].

Для достижения максимального результата деятельности всех структурных под-

разделений организации необходимо настроить взаимообмен сведениями.

Электронный обмен позволяет решить проблему актуальности циркулируемых данных как в локальных, так и удаленных информационных базах организаций за счет уменьшения времени, затрачиваемого на обработку поступающих документов.

Помимо обмена данными между структурными подразделениями организации, зачастую требуется организовать передачу информации внешним программами, например обменяться сведениями с банком или логистической системой, интегрировать актуальные данные с интернет-магазином или корпоративным порталом.

Сейчас большинство предприятий использует продукты компании 1С в своей деятельности, которые основаны на единой платформе «1С: Предприятие» [2]. Данные продукты с каждым годом становятся все более популярными среди российских предпринимателей благодаря своей доступности, эффективности и простоте использования.

Все вышесказанное подтверждает актуальность выбранной темы исследования по построению модели синхронного обмена данных в организации. Объектом исследования выступил электронный документооборот компании, предмет исследования – повышение скорости циркуляции актуальных сведений организации за счет уменьшения времени обработки документов.

Цель исследования состоит в реализации модели синхронного обмена данных в распределенной информационной базе на платформе «1С:Предприятие» [3]. Данное исследование основано на изучении с последующим анализом достоинств и недостатков актуальных методов синхронизации данных при обмене электронной документацией в рамках деятельности организации.

Материалы и методы исследования

Чтобы настроить и выполнить синхронизацию данных или односторонний обмен в различных программах, требуется выбрать способ обмена, наиболее подходящий для конкретного случая.

При синхронизации данных между программами необходимо решить несколько вопросов, определяющих основные критерии обмена: структура передаваемых данных, правила и протоколы обмена данными, график обмена данными.

Конечная модель синхронизации включает в себя источник и приемник в обмене, а также другие свойства синхронизации, например свойства сопоставления. Она позволяет создать классификацию синхронизаций:

1) между базами, содержащими разные по структуре данные;

2) между разными программами;

3) между приложением и сторонним модулем;

4) между базами, содержащими одинаковые по структуре данные.

Исходя из выделенной классификации обмена данными создаваемая модель обмена должна иметь возможность передавать данные в другую программу в универсальном формате, обеспечивать возможность связи и между различными и идентичными конфигурациями.

Учитывая преобладание продуктов 1С на рынке программных продуктов учета, синхронизация проводилась через 1С: Комплексная автоматизация и полагалась на встроенные механизмы обмена 1С [4]. Это позволяет создать максимальную совместимость между различными конфигурациями. Базы данных 1С могут быть использованы для организации розничной или оптовой продажи, бухгалтерского учета, складского и финансового учета.

Продукция 1С имеет несколько способов обмена данными. Главными из них являются распределенная информационная база, универсальный обмен в формате XML, обмен с внешними модулями. Практически каждая организация, использующая конфигурации 1С, имеет возможность использовать электронный обмен данными.

В ходе анализа были выделены следующие свойства синхронизации данных:

– автоматический и ручной режим синхронизации;

– настройка расписания синхронизации;

– синхронизация в рамках распределенной базы и между несвязанными (различными) конфигурациями;

– обмен через разные каналы, включая сетевое размещение, электронную почту и другие сетевые сервисы;

– несколько форматов и способов передачи данных;

– в некоторых правилах есть возможность выбора объектов для переноса.

Построенная модель коммуникационного процесса обмена данными основана на результатах проведенного анализа достоинств и недостатков методов синхронизации данных при обмене электронной документацией и включает в себя несколько компонентов (рис. 1):

1) источник данных;

2) инфраструктура сообщений;

3) механизм обмена данными;

4) приемник данных.

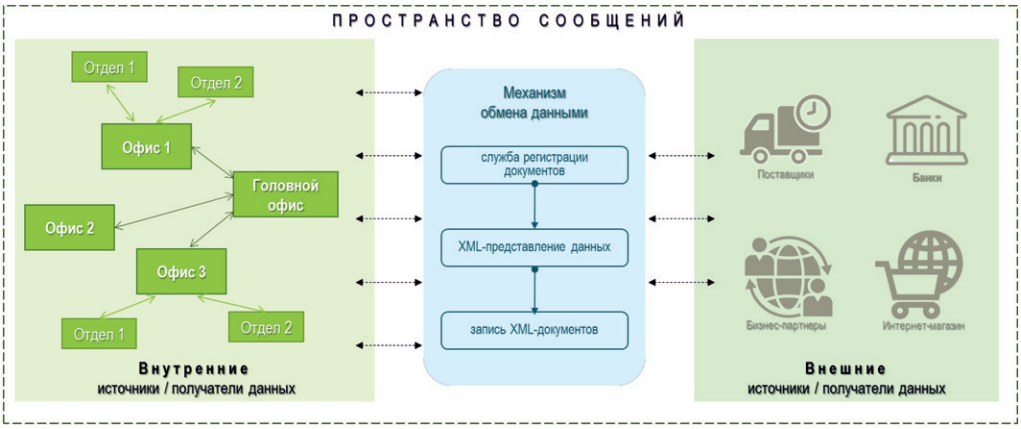


Рис. 1. Модель обмена данными

Рис. 2. Правила обмена при конвертации данных

Изначально требуется выявить, какая база или программа будет выступать источником, а какая – приемником. Наиболее часто используется многосвязный обмен (синхронизация), где каждая база одновременно является и источником, и приемником. Но в некоторых случаях используется односвязный обмен.

Для решения проблемы обмена между разными базами в 1С был разработан алгоритм (универсальная обработка «Обмен») создания XML-файла с данными, не привязанными к конкретной конфигурации базы данных. Алгоритм позволил устранить проблемы, связанные не только с обменом в устаревших базах, но и обменом с внешними модулями.

Например, по умолчанию база Бухгалтерия 2.0 не поддерживает обмен с обновленной версией 3.0, есть только возможность обновления, но в некоторых ситуациях такой способ не сработает [5]. В этом случае рекомендуется использовать универсальный обмен с соответствующей настройкой правил.

На рис. 2 показаны правила обмена в редакторе правил «Конвертация данных».

Универсальный механизм обмена данными «*предназначен как для создания территориально распределенных систем на основе 1С:Предприятия 8, так и для организации обмена данными с другими информационными системами, не основанными на 1С:Предприятии 8*» [6].

Следует заметить, что настройка правил может занять много времени, так как реквизиты объектов в базах сильно отличаются. Если же требуется обеспечить обмен

с внешними модулями, то такой вид обмена – единственно доступный.

Разработанный алгоритм «Обмен» используется для определения собственных правил передачи и документооборота в организации с различными настройками конфигурации базы данных. В том числе алгоритм позволяет задать временные интервалы выгрузки данных.

Разработанная универсальная обработка «Обмен» может быть встроена как часть конфигурации 1С «Конвертация данных 2». Актуальная версия обработки – 2.1.8. Обмен в формате XML позволяет настроить передачу данных по расписанию. Плюсом данного метода передачи является формат XML, который поддерживается языком 1С. Это позволяет создавать (редактировать) файлы формата XML, с помощью встроенных в язык 1С функций.

При задании плана обмена можно определить набор настроек для идентичных конфигураций для распределенной информационной базы (рис. 3). Возможно изменить структуру отправляемых данных – кнопка «Состав», изменить имя плана. Другие вкладки содержат настройки включения плана обмена в различные подсистемы и другие (стандартные для объекта в 1С) свойства.

В результате синхронизации с объединением нескольких баз данных в одну можно получить распределенную информационную базу. Такая технология синхронизации используется большими компаниями с несколькими подразделениями.

При сравнении передачи данных в XML-формате и при помощи распределенной информационной базы было выявлено следующее.

Во-первых, универсальный обмен не привязан к планам обмена, а значит, разрешает обмен между различными конфигурациями, в отличие от распределенной базы.

Во-вторых, в распределенной базе обмен производится регулярно, без возможности выбора, в универсальном обмене используется период обмена.

Результаты исследования и их обсуждение

Построенная модель была апробирована и внедрена в деятельность туристического агентства «Ева». Компания состоит из центрального подразделения и нескольких подразделений (одни территориально находятся в районах города, а другие – удаленные филиалы, расположенные в районных центрах области). Компания планирует в дальнейшем открыть еще несколько дополнительных подразделений в других регионах.

Обмен данными в головном офисе организован локальным соединением, другие подразделения имеют доступ к сети Интернет. Центральный отдел должен получать информацию о продажах и других операциях, которые проходят в подразделениях.

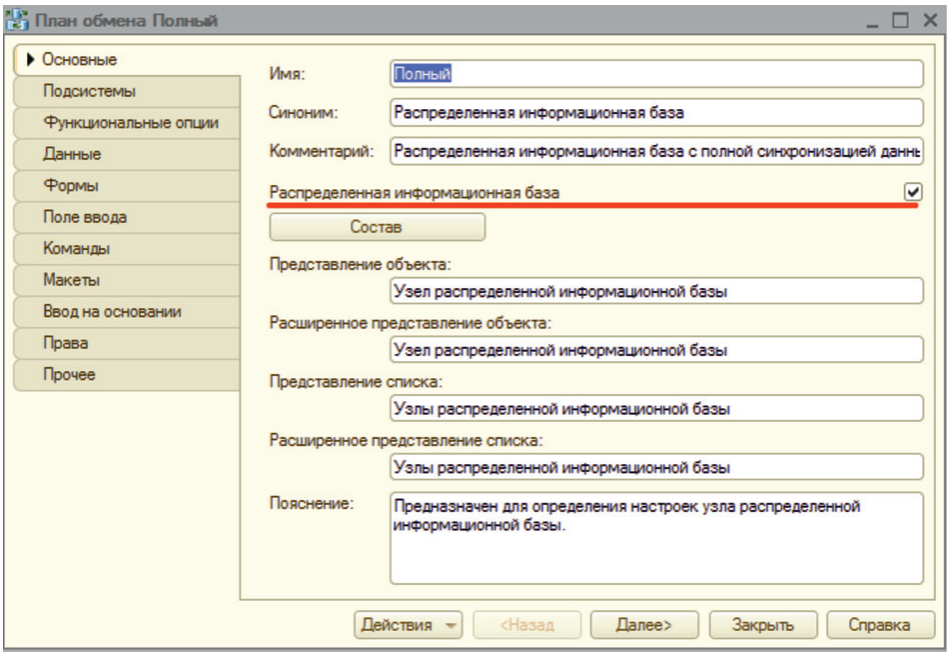


Рис. 3. Установка параметров распределенной информационной базы

Конфигурация распределенной информационной базы данных обслуживается и поддерживается сторонним разработчиком, стандартная структура базы скорректирована под нужды компании по отношению к типовой. Соответственно, требуется сохранить все изменения стороннего разработчика. Копии базы используются во всех подразделениях организации.

Требовалось настроить наиболее эффективную синхронизацию не только данных, но и самой конфигурации базы, между всеми подразделениями, в том числе удаленными.

Процесс обмена в распределенной базе данных обеспечивают планы обмена. План обмена – это объект конфигурации, который описывает правила передачи данных от базы передатчика (внутреннего или стороннего).

Неоспоримым плюсом для компании является то, что план обмена – это часть конфигурации, которая сохранит структуру баз данных для всех подразделений и обеспечит возможность дельнейшей поддержки базы сторонним разработчиком.

Для туристического агентства была разработана дополнительная возможность выгрузки данных из конфигурации «Комплексная автоматизация» в XML-формате на FTP сервер компании для последующей передачи сведений внешнему приемнику. В этом случае потребовалось использовать компоненту командной строки и подключать библиотеки модулей FTP.

Механизм работы универсального обмена дает множество вариантов настройки параметров обмена. В частности, для компании была важна настройка состава отправляемых данных и изменения объекта передачи после обмена данными.

В ходе обмена данными возможно возникновение различных ошибок. В основном такие ошибки возникают из-за неправильной настройки обмена или устаревших правил обмена. Это может привести к потере данных или их повреждению.

Для обеспечения целостности базы перед началом первого обмена рекомендуется создавать резервные копии баз.

Построенная модель и разработанный алгоритм «Обмен» позволили для компании решить ряд задач:

– выбор подходящего способа обмена;

– подготовка базы и создание резервной копии;

– настройка правил обмена и расписания обмена;

– первоначальное сопоставление данных;

– настройка выгрузки данных в формате XML для последующей загрузки на FTP сервер.

Это, в свою очередь, повысило скорость обмена актуальной информацией не только между всеми подразделениями, в том числе удаленными, но и сторонними организациями, сотрудничающими с компанией.

Таким образом, предлагаемая модель синхронного обмена данных в распределенной информационной базе организации является универсальным средством, позволяющим использовать разработанный алгоритм циркуляции данных в организациях различных сфер деятельности (с возможной доработкой, учитывая специфику работы).

Заключение

При исследовании данной темы был проведен анализ современных способов обмена электронной документацией, который позволил выявить основные свойства выделенных типов синхронизации данных.

Построена модель коммуникационного процесса обмена электронной документацией между внутренними и внешними модулями системы. Разработанный алгоритм (обработка «Обмен») является универсальным, поскольку обеспечивает циркуляцию между различными конфигурациями баз данных (внутренних и сторонних) через заданные временные интервалы.

Результаты проведенного исследования показывают, что такой механизм позволит получать актуальную информацию о реальной ситуации, необходимую для оперативного планирования предприятием, управления и принятия решений для руководителей разного уровня. Представленная модель обмена данными может быть применена в различных распределенных информационных системах независимо от структуры базы данных.

Список литературы

1. Иванова Н.А., Свентицкий П.И. Автоматизация обмена данными между 1С и сервером УКМ // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии, 2019. Т. 13. № 1. С. 38–41.

2. Система программ 1С:Предприятие. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: http:// v8.1c.ru (дата обращения: 16.03.2020).

3. Беднаж В.А., Иванова Н.А., Саланкова С.Е. Реализация современной концептуальной модели исследования задач в области прикладных Интернет-технологий // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 10. С. 22–26.

4. Филиппов Е.В. Настольная книга 1С:Эксперта по технологическим вопросам. Издание 2. СПб.: 1С-Паблишинг, 2015. 313 с.

5. Бояркин В.Э., Филатов А.И. 1С:Предприятие 8. Конвертация данных: обмен данными между прикладными решениями / Серия: 1С:Библиотека разработчика. СПб.: Издательство 1С-Паблишинг, 2015. 179 с.

6. Универсальный механизм обмена данными. [Электронный ресурс]. URL: https://v8.1c.ru/ platforma/universalnyy-mekhanizm-obmena-dannymi (дата обращения: 16.03.2020).

УДК 004:003.26

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ PRESENT

Ищукова Е.А., Салманов В.Д., Шамильян О.П., Половко И.Ю.

Южный федеральный университет, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, Таганрог, e-mail: uaishukova@sfedu.ru

В статье рассмотрены подходы, направленные на повышение скорости шифрования данных для алгоритма малоресурсной криптографии Present. Вопрос производительности шифра стоит очень остро тогда, когда необходимо обрабатывать большие объемы информации. Обычно это связано с решением задач по проверке надежности шифра, связанных с выполнением большого количества однообразных действий по зашифровыванию или расшифровыванию блоков данных. Для ускорения этого процесса можно использовать ряд средств и приемов, таких как использование распределенных многопроцессорных вычислений, оптимизация кода, разработка скоростных алгоритмов. В настоящей работе авторы предлагают рассмотреть несколько приемов, использование которых позволяет повысить скорость выполняемых преобразований в 100 раз. Такое большое ускорение достигается за счет замены обращений к массивам данных на использование операций конъюнкции, дизъюнкции, исключающее ИЛИ и т.д. В работе рассматриваются варианты программных реализаций для языков программирования Python и Си. Экспериментально было установлено, что реализация на языке Си с использованием разработанного скоростного алгоритма преобразует информацию в 30 раз быстрее, чем при использовании классической реализации на том же языке программирования. Реализация на языке Python работает еще медленнее: в 3 раза медленнее классической реализации на языке программирования Си и в 100 раз медленнее реализации на языке Си на основе использования разработанного скоростного алгоритма преобразования данных.

Ключевые слова: алгоритм шифрования, секретный ключ, раундовый подключ, циклический сдвиг, оптимизация, скорость шифрования

METHODS FOR INCREASING DATA ENCRYPTION SPEED USING PRESENT ENCRYPTION ALGORITHM

Ishchukova E.A., Salmanov V.D., Shamilyan O.P., Polovko I.Yu.

Southern Federal University, Institute of Computer and Information Security, Taganrog, e-mail: uaishukova@sfedu.ru

The article discusses approaches aimed at increasing the speed of data encryption for the algorithm of low-resource cryptography Present. The issue of cipher performance is very acute when it is necessary to process large amounts of information. This is usually associated with the solution of tasks to verify the reliability of the cipher associated with the implementation of a large number of uniform actions to encrypt or decrypt data blocks. To speed up this process, you can use a number of tools and techniques, such as the use of distributed multiprocessor computing, code optimization, development of high-speed algorithms. In this work, the authors propose to consider several techniques, the use of which allows to increase the speed of the performed transformations by 100 times. Such a great acceleration is achieved by replacing calls to data arrays with the use of conjunction, disjunction, exclusive OR, etc. The paper discusses options for software implementations for the programming languages Python and C. It was experimentally established that an implementation in C using the developed speed algorithm converts information 30 times faster than when using a classic implementation in the same programming language. A Python implementation is even slower: 3 times slower than a classical implementation in the C programming language and 100 times slower than a C implementation based on the use of the developed high-speed data transformation algorithm.

Keywords: encryption algorithm, secret key, round subkey, cyclic shift, optimization, encryption speed

В настоящей статье рассматривается блочный симметричный алгоритм шифрования Present [1], который представляет собой шифр так называемой малоресурсной криптографии. Малоресурсная криптография используется преимущественно в области Интернета вещей [2–4]. Используется там, где предъявляются особые требования к соотношению качества используемого шифра и объемов потребляемых им ресурсов (памяти, энергии и т.д.) [5].

Цель работы: исследовать возможность повышения скорости шифрования данных для алгоритма Present.

Материалы и методы исследования: алгоритм шифрования Present, ПЭВМ Intel Core i5-7300HQ 2.50GHz, языки программирования Python и C.

Алгоритм шифрования Present построен по принципу сети на основе подстановок и перестановок (SP-сеть). Алгоритм является блочным, за один раз обрабатывается блок данных размерностью 64 бита. Работа алгоритма осуществляется в течение 31 раунда шифрования. Считается, что такого большого количества раундов шифрования достаточно для того, чтобы обеспечить хороший запас надежности шифра. При

этом для алгоритма шифрования Present предусмотрена возможность использования секретных ключей шифрования различной длины, секретный ключ может содержать 80 или 128 бит.

Каждый раунд алгоритма состоит из трех базовых операций, а именно: поразрядное сложение данных с секретным раундовым подключом по модулю два, замена данных с помощью S-блока замены и перестановка битов по таблице перестановки P. Подробнее с работой алгоритма шифрования Present можно ознакомиться в работе [6]. В настоящей статье приведены только те данные, которые используются при применении приемов для повышения скорости реализации шифра.

Блок замены S работает аналогично тому, как это происходит в алгоритме шифрования «Магма» (бывший ГОСТ 28147-89) [7]. Перестановка P является линейной операцией и переставляет биты преобразуемого блока в соответствии с табл. 1, которая показывает, в каком порядке будут переставлены биты. Важно помнить, что при описании шифров обычно нумерация битов идет слева направо от 1 до n, где n – размерность блока.

Выше уже упоминалось, что для алгоритма шифрования Present предусмотрено использование двух вариантов секретного ключа: длиной 80 и 128 бит. Выработка раундовых подключей для каждого раундового преобразования происходит по следующему принципу.

Будем считать, что биты секретного ключа k нумеруются справа налево от 0 до n-1. Для секретного 80-битного ключа выполняются следующие действия:

Шаг I. В регистре ключа производится циклический сдвиг влево на 61 позицию.

Шаг II. Четыре старших бита заменяются с использованием S-блока замены.

Шаг III. К битам секретного ключа k_{19}, k_{18}, k_{17}, k_{16}, k_{15} добавляются с использованием операции XOR младшие значащие биты раундового счетчика.

Для секретного 128-битного ключа выполняются следующие действия:

Шаг I. В регистре ключа производится циклический сдвиг влево на 61 позицию.

Шаг II. Восемь старших битов заменяются с использованием S-блока замены.

Шаг III. К битам секретного ключа k_{66}, k_{65}, k_{64}, k_{63}, k_{62} добавляются с использованием операции XOR младшие значащие биты раундового счетчика.

Алгоритм шифрования Present преобразует данные в течение 31 раунда шифрования. При этом после 31 раунда выполняется дополнительное сложение данных с секретным раундовым подключом. Таким образом, для полного зашифровывания требуется иметь 32 раундовых подключа [1].

При исследовании любого шифра на предмет его стойкости всегда очень остро встает вопрос о том, с какой скоростью могут выполняться преобразования для данного шифра. В данном исследовании для выявления быстродействия преобразований было решено использовать программные реализации для двух языков программирования, а именно: Python и Си. Первая задача, которая ставилась, – сравнить скорость преобразования данных при использовании различных подходов (с оптимизацией и без оптимизации) к шифрованию данных, а также при использовании различных языков программирования. Так, сейчас большую популярность набирает язык программирования Python, что влечет за собой появление большого количества библиотечных функций, в том числе и криптографических. Кроме того, программная реализация на языке Python легко может быть преобразована в приложение, предназначенное для надежного и удобного шифрования файлов с любым разрешением. Следует отметить, что в случае шифрования файлов скорость преобразования информации не сильно влияет на общее время ожидания. Например, если файл имеет объем 1 Гб, то для его преобразования необходимо обработать всего 2^{27} блоков информации (1 Гб = 2^{10} Мб = 2^{20} Кб = 2^{30} байт, в одном обрабатываемом блоке содержится 8 байт = 2^3 байт = 1 блок). Обработка 2^{27} блоков информации выполняется, и преобразование может быть выполнено за приемлемое время. При рассмотрении различных техник по выявлению уязвимостей в алгоритме шифрования очень часто необходимо зашифровывать большие объемы данных. В этом случае вопрос скорости преобразований становится очень остро.

Таблица 1

Принцип работы преобразования P для шифра Present

1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61
2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62
3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64

Если говорить о преимуществах реализации на языке программирования Си, то следует отметить возможность использования библиотеки MPI (от англ. Message Passing Interface – библиотека для выполнения распределенных многопроцессорных вычислений) с целью сокращения общего времени анализа.

Ранее было отмечено, что для шифра Present можно использовать два варианта секретного ключа шифрования: длиной 80 или 128. При использовании языка программирования Си мы ориентируемся на применение максимально большой беззнаковой переменной типа unsigned long long, которая имеет размерность 64 бита. Получается, что для хранения секретного ключа шифрования (и размерностью 80 бит, и размерностью 128 бит) необходимо использовать как минимум две такие переменные. Обозначим их как Key_Left и Key_Right. В левой части ключа (переменная Key_Left) будут находиться старшие биты секретного ключа, а в правой части ключа (переменная Key_Right) соответственно будут находиться младшие биты. В случае, когда будет использоваться 128-битовый секретный ключ, обе переменные (Key_Left и Key_Right) будут использоваться целиком. При использовании 80-битного секретного ключа переменная Key_Right будет задействована полностью, а в переменной Key_Left будут использоваться только младшие 16 битов (старшие 48 битов переменной Key_Left будут являться незначащими).

Рассмотрим, как можно оптимизировать программную реализацию для выработки раундовых подключей шифрования. Для этого необходимо выполнять три действия так, как было описано выше: выполнить циклический сдвиг, заменить по таблице старший байт, добавить значение счетчика.

Будем рассматривать вариант с 80-битным секретным ключом. Перемещение битов секретного ключа в переменных Key_Left и Key_Right при выполнении циклического сдвига влево на 61 позицию будет выполнено так, как показано на рис. 1.

Пронумеруем биты секретного ключа справа налево, начиная от 0: K_{79} до K_0. Тогда после циклического сдвига в переменной Key_Left будут находиться биты с K_{18} по K_3, а в переменной Key_Right будут располагаться биты сначала с K_2 по K_0, потом с K_{79} по K_{17}.

Введем три константы, с помощью которых мы сможем выделить необходимые биты: C1 = 0xFFFF; C2 = 0xE000000000000000; C3 = 0x1FFFFFFFFFF. Кроме того, введем две временные переменные temp_Left и temp_Right, инициализировав их значением 0 (temp_Left = 0, temp_Right = 0). В этом случае необходимо будет выполнить следующий набор действий для выполнения операции циклического сдвига:

Шаг 1 (сдвиг вправо на три позиции): temp_Left=(Key_Right>>3);

Шаг 2 (выделили биты с К18 по К3): temp_Left = temp_Left &C1;

Шаг 3 (выделили биты с К2 по К0): temp_Right =(Key_Right<<61)&C2;

Шаг 4 (соединили биты с К2 по К0 с битами с К79 по К64) temp_Right = temp_Right^ (Key_Left<<45);

Шаг 5 (выделили биты с К63 по К17) temp_Right = temp_Right ^((Key_Right>>19)&C3);

Шаг 6 (записали новое значение битов ключа) Key_Left=temp_Left; Key_Right=temp_Right;

Следующим шагом является замена по таблице для 4 старших битов. Для этого их необходимо выделить из общего блока, преобразовать по таблице и записать в исходные позиции. Старшие биты ключа находятся в переменной Key_Left, поэтому нам необходимо использовать константу C4=0xFFF для отделения тех 12 битов, которые менять не нужно. Также будем использовать две временные переменные temp1 и temp2:

Шаг 7 (выделили 4 старших бита): temp1=(Key_Left>>12)&15;

Шаг 8 (выделили 12 младших битов): temp2=Key_Left&C4;

Шаг 9 (заменили по таблице): temp1=S-box[temp1];

Шаг 10 (сформировали новое значение): Key_Left=(temp1<<12)^temp2.

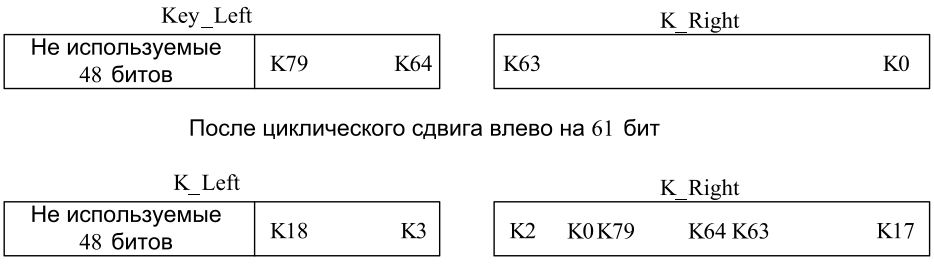


Рис. 1. Преобразование битов секретного ключа для случая, когда ключ содержит 80 битов

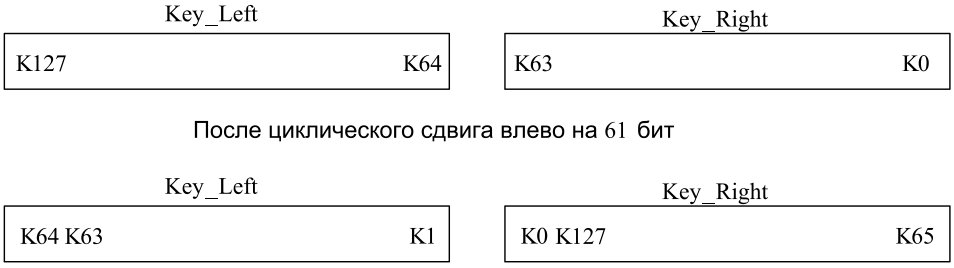


Рис. 2. Преобразование битов секретного ключа для случая, когда ключ содержит 128 битов

Остается последний этап при выработке раундового подключа: добавление значения счетчика к определенным битам (с K_{19} по K_{15}). Для того чтобы это сделать, нужно сместить переменную счетчика (amount) на 15 позиций влево:

Шаг 11 (сложение со счетчиком): Key_Right = Key_Right^(amount<<15).

В случае использования 128-битного секретного ключа обе переменные (Key_Left и Key_Right) будут задействованы полностью так, как показано на рис. 2.

В этом случае для выработки раундовых подключей необходимо будет использовать константу C5 = 0xFFFFFFFFFFFFFFFE, а также две временные переменные temp_Left и temp_Right. Алгоритм будет состоять из следующих шагов:

Шаг 1 (сделали бит K_{64} самым старшим, остальные обнулили): temp_Left=(Key_Left&1)<<63;

Шаг 2 (добавили в левую часть биты с 63 по 1) temp_Left=temp_Left^((Key_Right&C5)>>1);

Шаг 3 (сделали бит K_0 старшим, остальные обнулили): temp_Right=(Key_Right&1)<<63;

Шаг 4 (добавили биты с 127 по 65): temp_Right=temp_Right^((Key_Right&C5)>>1);

Шаг 5 (получили новое состояние): Key_Left=temp_Left; Key_Right=temp_Right;

Следующим шагом является замена по таблице для 8 старших битов (две группы по 4 бита). Для этого их необходимо выделить из общего блока, преобразовать по таблице и записать в исходные позиции. Старшие биты ключа находятся в переменной Key_Left, поэтому нам необходимо использовать константу C6=0xFFFFFFFFFFFFFFF. Также будем использовать три временные переменные temp1, temp2, temp3:

Шаг 6 (выделили первые 4 старших бита): temp1=(Key_Left>>60)&15;

Шаг 7 (выделили вторые 4 старших бита): temp2=(Key_Left>>56)&15;

Шаг 8 (выделили младшие 56 битов): temp3=Key_Left&C6;

Шаг 9 (заменили обе группы битов по таблице): temp1=S-box[temp1]; temp2=S-box[temp2];

Шаг 10 (сформировали новое значение): Key_Left=(temp1<<60)^(temp2<<56)^temp3.

Остается последний этап при выработке раундового подключа: добавление значения счетчика к битам с K_{66} по K_{62}. Эти биты затрагивают обе переменные (Key_Left и Key_Right), поэтому необходимо выполнить преобразование обеих переменных:

Шаг 11 (добавили старшие 3 бита счетчика) Key_Left=Key_Left^((amount >>2)&7);

Шаг 12 (добавили младшие 2 бита счетчика) Key_Right=Key_Right^((amount&3)<<62;

Помимо процедуры выработки раундовых подключей, в самом алгоритме Present есть преобразование, которое требует постоянного обращения к массиву – это операция перестановки битов. В силу того что операции простой логики работают на порядок быстрее операций чтения/записи данных в/из массива, было принято решение разработать алгоритм, который бы позволил выполнять преобразование перестановки битов без обращения к массиву. Если внимательно изучить таблицу перестановки (табл. 1), можно заметить, что биты 1, 22, 43 и 64 после перестановки все равно остаются на своих местах. Поэтому можно зафиксировать данные биты, умножив переменную на значение 0x8000040000200001. Дальнейшее изучение таблицы 1 покажет нам, что 5-й бит переместится в позицию 2. Также при циклическом сдвиге влево на 5 позиций биты 26 и 47 также попадут в нужные позиции. Данные биты можно зафиксировать, умножив переменную на константу 0x4000020000100000. Действуя по той же схеме, можно будет выполнить полную перестановку битов, всегда пользуясь только одной формулой temp=temp^(((Block<<sdv_left)|(text>>sdv_right))&Const), где Block – это 64-битная переменная, для которой необходимо выполнить перестановку битов, а значения sdv_left, sdv_right и Const изменяются в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Параметры для выполнения перестановки с помощью операций простейшей логики

Получаемые биты	sdv_left	sdv_right	Const		Получаемые биты	sdv_left	sdv_right	Const
1, 22, 43, 6	0	0	0x8000040000200001		2, 23, 44	49	15	0x0000800004000020
5, 26, 47	3	61	0x4000020000100000		6, 27, 48	52	12	0x0000400002000010
9, 30, 51	6	58	0x2000010000080000		10, 31, 52	55	9	0x0000200001000008
13, 34, 55	9	55	0x1000008000040000		14, 35, 56	58	6	0x0000100000800004
17, 38, 59	12	52	0x0800004000020000		2,23,44	61	3	0x0000080000400002
21, 42, 63	15	49	0x0400002000010000		3, 24	34	30	0x0000000080000400
25, 46	18	46	0x0200001000000000		7, 28	37	27	0x0000000040000200
29, 50	21	43	0x0100000800000000		11, 32	40	24	0x0000000020000100
33, 54	24	40	0x0080000400000000		15,36	43	21	0x0000000010000080
37, 58	27	37	0x0040000200000000		19, 40	46	18	0x0000000008000040
41, 62	30	34	0x0020000100000000		4	19	45	0x0000000000008000
45	33	31	0x0010000000000000		8	22	42	0x0000000000004000
49	36	28	0x0008000000000000		12	25	39	0x0000000000002000
53	39	25	0x0004000000000000		16	28	36	0x0000000000001000
57	42	22	0x0002000000000000		20	31	33	0x0000000000000800
61	45	19	0x0001000000000000					

Таблица 3

Сравнение скоростных показателей для разных реализаций

Реализация	Язык программирования	Время обработки одного блока, секунд
Классическая реализация	Python	0,000929
Классическая реализация	C	0,000288
Скоростная реализация	C	0,000009

Результаты исследования и их обсуждение

В результате работы над проектом было получено несколько программных реализаций для алгоритма шифрования Present. Первая программная реализация была сделана на основе кода в открытом доступе [8]. Вторая реализация была получена на основе данных из [9] и представляет собой классическую реализацию шифра на языке программирования Си. Третья реализация на языке программирования Си была получена на основе предложенного алгоритма оптимизации. Все эксперименты выполнялись для варианта шифра с 80-битным секретным ключом на ПЭВМ с характеристикой Intel Core i5-7300HQ 2.50GHz. В эксперименте определялась средняя скорость зашифровывания одного блока данных, включая процесс выработки раундовых подключей. Средняя скорость шифрования определялась путем деления общего времени, затраченного на шифрование n блоков, на значение n. Результаты экспериментов представлены в табл. 3.

Заключение

Экспериментально было установлено, что реализация на языке Си с использованием разработанного скоростного алгоритма преобразует информацию в 30 раз быстрее, чем при использовании классической реализации на том же языке программирования. Реализация на языке Python работает еще медленнее: в 3 раза медленнее классической реализации на языке программирования Си и в 100 раз медленнее реализации на языке Си на основе использования разработанного скоростного алгоритма преобразования данных.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-07-00654 «Разработка и исследование последовательных и параллельных алгоритмов анализа современных симметричных шифров с использованием технологий MPI, NVIDIA CUDA, SageMath».

Список литературы

1. Bogdanov A., Knudsen L.R., Leander G., Paar C., Poschmann A., Robshaw M.J.B., Seurin Y., Vikkelsoe C. PRESENT: An Ultra-Lightweight Block Cipher. [Electronic resource]. URL: https://web.archive.org/web/20101217063636/http://www.ist-ubisecsens.org/publications/present_ches2007.pdf (date of access: 20.03.2020).

2. ECRYPT Network of Excellence. The Stream Cipher Project: eSTREAM. [Electronic resource]. URL: www.ecrypt.eu.org/stream (date of access: 20.03.2020).

3. Toru Akishita, Harunaga Hiwatari Very Compact Hardware Implementations of the Blockcipher CLEFIA. [Electronic resource]. URL: http://www.sony.co.jp/Products/cryptography/clefia/download/data/clefia-hw-compact-20110615.pdf (date of access: 20.03.2020).

4. Christophe De Canni`ere and Bart Preneel Trivium Specifications. [Electronic resource]. URL: http://www.ecrypt.eu.org/stream/ciphers/trivium/trivium.pdf (date of access: 20.03.2020).

5. Ищукова Е.А., Толоманенко Е.А. Анализ алгоритмов шифрования малоресурсной криптографиив контексте интернета вещей // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 3–2. С. 182–186.

6. Панасенко С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 576 с.

7. Бабенко Л.К. Ищукова Е.А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа. М.: «Гелиос АРВ», 2006. 376 с.

8. Test vectors for PRESENT algorithm? [Electronic resource]. URL: https://crypto.stackexchange.com/questions/26037/test-vectors-for-present-algorithm (date of access: 22.03.2020).

9. Present-C [Electronic resource]. URL: https://github.com/bozhu/PRESENT-C/blob/master/present.h (date of access: 22.03.2020).

УДК 621.91.01

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Карпов А.В.

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Муром, e-mail: krash75@mail.ru

В настоящей статье проводится исследование комплексного безразмерного показателя эффективности стружкообразования. Предложенный показатель применительно к каждому рабочему ходу режущего инструмента представляет собой «энергетический КПД стружкообразования» и выражается отношением удельной энергоёмкости обрабатываемого материала к удельной энергоёмкости (удельной работе) резания. Представлено обобщённое выражение показателя энергетической эффективности с учётом фактора периодического изменения мощности резания в пределах основного времени рабочего хода. Технико-экономический анализ подтверждает, что этот показатель отвечает всем требованиям, предъявляемым к критериям оптимизации технологических систем, в том числе технологических процессов механической обработки. Новый энергетический показатель включает в себя удельную энергоёмкость резания, являющуюся составной частью удельных приведённых стоимостных затрат технологической операции, и соответствует, таким образом, ключевым условиям экономичности и наибольшей производительности обработки. Получены теоретико-эмпирические выражения показателя энергетической эффективности стружкообразования на примере операции наружного продольного точения сталей групп ISO-P и ISO-M токарными резцами с режущей частью из твёрдых сплавов. Установлены степени влияния управляемых технологических факторов (параметров режущей части инструмента, элементов режима резания) на величину исследуемого энергетического показателя, приведены аналитические и экспериментальные графики соответствующих зависимостей. Сделан вывод о приоритетном влиянии скорости подачи и скорости резания на энергетическую эффективность стружкообразования. Построение методик и алгоритмов оптимизации операций обработки резанием с использованием предложенного энергетического критерия должно осуществляться в пределах известных систем технических ограничений, присущих обработке заготовок на металлорежущих станках.

Ключевые слова: оптимизация, критерий оптимизации, обработка материалов резанием, технологические факторы, режимы резания, мощность, энергетическая эффективность резания, удельная энергоёмкость

ENERGY OPTIMIZATION CRITERION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MATERIAL CUTTING

Karpov A.V.

The Murom Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs», Murom, e-mail: krash75@mail.ru

This article studies a complex dimensionless index of chip formation efficiency. The proposed indicator for each working stroke of the cutting tool is the «energy efficiency of chip formation» and is expressed by the ratio of the specific energy intensity of the processed material to the specific energy intensity (specific work) of cutting. A generalized expression of the energy efficiency indicator is presented, taking into account the factor of periodic changes in cutting power within the main working stroke time. From the point of view of technical and economic analysis, it is shown that this indicator meets all the requirements for optimizing technological systems, including technological processes of mechanical processing. The new energy indicator includes the specific energy intensity of cutting, which is an integral part of the specific reduced cost of the technological operation, and thus corresponds to the key conditions for efficiency and maximum processing performance. Theoretical and empirical expressions of the energy efficiency index of chip formation are obtained on the example of the operation of external longitudinal turning of steels of ISO-P and ISO-M groups by turning tools with a cutting part made of hard alloys. The degree of influence of controlled technological factors (parameters of the cutting part of the tool, elements of the cutting mode) on the value of the studied energy indicator is established, analytical and experimental graphs of the corresponding dependencies are provided. The conclusion is made about the priority influence of the feed rate and cutting speed on the energy efficiency of chip formation. The construction of methods and algorithms for optimizing cutting operations using the proposed energy criterion should be carried out within the known systems of technical limitations inherent in the processing of workpieces on metal-cutting machines.

Keywords: optimization, optimization criterion, material cutting, technological factors, cutting parameters, power, energy efficiency of cutting, specific energy intensity

В [1] на основе термодинамических представлений о деформации и разрушении твёрдых тел был сформулирован и рассмотрен комплексный безразмерный показатель K, позволяющий оценивать эффективность процесса резания при каждом рабочем ходе («энергетический КПД стружкообразования»), обобщённо записываемый как отношение

$$K = \frac{\Delta w}{e}, \qquad (1)$$

где Δw – удельная энергоёмкость обрабатываемого материала; e – удельная энер-

гоёмкость (удельная работа) процесса резания.

Удельная энергоёмкость Δw (числитель показателя K) трактуется как предельное приращение внутренней энергии единичного объёма обрабатываемого материала и определяется его механическими и теплофизическими свойствами. В зависимости от превалирующего в конкретных технологических условиях вида деформации и разрушения срезаемого слоя, типа образующейся стружки значение Δw может рассчитываться либо как критическая работа напряжений сдвига или отрыва, либо как удельная теплота (энтальпия) плавления.

Удельная энергоёмкость резания e (знаменатель показателя K) представляет собой работу режущего инструмента по образованию единичного объёма стружки. Величина e, помимо вида и свойств обрабатываемого материала, существенно зависит от конкретных условий осуществления рабочего хода: параметров инструмента (типоразмер, материал, геометрия режущей части, число зубьев и т.д.), элементов режима резания (глубина резания, подача, скорость резания), типа СОТС (при наличии) и других, которые все вместе составляют систему управляемых (оптимизируемых) технологических факторов.

Достоинство показателя K состоит в наличии устойчивых функциональных связей с указанными управляемыми факторами, выбор, назначение или расчёт которых есть актуальная задача технологической подготовки производства изделий с использованием операций механической обработки.

С учётом того, что в течение основного времени $T_о$ рабочего хода мощность резания N может либо оставаться условно постоянной (N = const), либо меняться (однократно или циклически) по определённой закономерности $N = N(T)$, в [1] предложено обобщённое выражение удельной работы резания:

$$e = \frac{A_{рез}}{V} = \frac{n_ц \cdot A_ц}{V} = \frac{n_ц \cdot \int_0^{T_ц} N(T)dT}{V} = \frac{n_ц \cdot k_N \cdot N_{max} \cdot T_ц}{V} = \frac{k_N \cdot N_{max}}{П}, \qquad (2)$$

где $A_{рез}$ – работа инструмента за время $T_о$; V – объём срезаемого слоя; $n_ц = T_о/T_ц$ – количество циклов изменения мощности за время $T_о$; $T_ц$ – продолжительность одного полного цикла изменения мощности; k_N – коэффициент аппроксимации (приближения) реального графика изменения мощности $N = N(T)$ к одному из типовых, наиболее часто встречающихся графиков, содержащих ординату N_{max} (максимальное значение мощности за цикл её изменения); П – производительность стружкообразования (съём материала в единицу времени).

В случае если при том или ином виде обработки (точении, сверлении, фрезеровании) параметры инструмента и режимы резания сделать одинаковыми (эталонными), то значение удельной работы резания e может характеризовать истинную обрабатываемость конструкционного материала, конкретной заготовки или её конкретного участка. Сопоставив в эталонных условиях значения удельной работы резания e, Дж/мм^3, ряда углеродистых и легированных сталей группы ISO-P с удельной работой резания $e_{эт}$, Дж/мм^3, эталонной стали (сталь 45, НВ 170–179) в тех же условиях, нами определены коэффициенты обрабатываемости вида $e_{эт}/e$, значения которых для соответствующих материалов отличаются не более чем на 6–8 % от значений коэффициентов обрабатываемости, имеющихся в справочной литературе и полученных при классических стойкостных испытаниях [2, 3]. С учётом простоты приборного определения и контроля текущего значения e в каждый момент рабочего хода открывается перспектива применения показателя удельной работы резания для построения систем адаптивного управления станками с ЧПУ в целях поддержания режима наилучшей обрабатываемости конкретной заготовки (или её конкретных участков), что, в свою очередь, позволит увеличить ресурс инструмента при заданной производительности или получить наибольшую производительность при заданной стойкости [3].

С учётом закономерного периодического изменения мощности резания во времени рабочего хода выражение (1) для показателя энергетической эффективности стружкообразования приобретает развёрнутый вид:

$$K = \frac{\Delta w \cdot V}{n_ц \cdot A_ц} = \frac{\Delta w \cdot V}{n_ц \cdot \int_0^{T_ц} N(T)dT}. \qquad (3)$$

Условие повышения энергетической эффективности стружкообразования запишется как $K \to 1$. Поскольку значение K определяется в том числе комплексом управляемых технологических факторов, представляется целесообразным апробировать данный показатель как критерий оптимизации операций обработки резанием на иерархическом уровне «рабочий ход».

Цель исследования: установить возможность применения показателя энергетиче-

ской эффективности стружкообразования K в качестве критерия оптимизации процесса резания и установить связи этого показателя с технологическими факторами конкретных операций механической обработки.

Материалы и методы исследования

Применимость показателя энергетической эффективности K в качестве критерия оптимизации

Оптимизация технологических систем состоит в обоснованном поиске (выборе, назначении, расчёте) величин управляемых факторов, при которых показатель, принятый в качестве критерия, будет принимать максимальное или минимальное значение в пределах области заданных технических ограничений. В машиностроении применяются два класса критериев оптимизации: экономические и физические. Физические критерии более предпочтительны, поскольку основаны на объективных закономерностях трансформации одного вида энергии в другой с целью получения полезного эффекта. Вместе с тем любой вновь вводимый критерий должен быть обоснован с экономических позиций, в частности должен соответствовать условию минимизации обобщённых затрат [4].

Необходимо установить взаимосвязь предложенного нами энергетического показателя K с известными экономическими критериями. Среди последних выделим: наименьшие удельные приведённые стоимостные затраты, максимальную производительность, наименьшее штучное время, в совокупности определяющие себестоимость каждого элемента технологического процесса: операции, перехода, рабочего хода.

Критерий наименьших удельных приведённых стоимостных затрат S_n имеет несколько форм. При дискретном учёте фактора времени [4]:

$$S_{\text{п}} = \sum_{\tau=0}^{T}\left[\frac{1}{Q_\tau}\left(\varepsilon_{\text{н}}\cdot K_\tau + И_\tau\right)\left(1+\varepsilon_{\text{нп}}\right)^{-\tau}\right], \qquad (4)$$

где T – принятый период оценки в годах; τ – интервал дискретности учёта времени ($\tau = 0;\ 1;\ 2\ \ldots\ T$); K_τ, $И_\tau$ – соответственно капитальные вложения и эксплуатационные издержки за период τ; Q_τ – производительность за период τ; $\varepsilon_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент капитальных вложений; $\varepsilon_{\text{нп}}$ – нормативный коэффициент приведения разновременных величин.

Учитывая, что главными составляющими удельных стоимостных затрат являются затраты на инструмент, энергию и заработную плату, показатель S_n принимает вид

$$S_n = C_a\cdot\Delta q + \frac{B'\cdot N}{П} + \frac{n_p\cdot T_\gamma}{n_m\cdot П}, \qquad (5)$$

где C_a – стоимость единицы изнашиваемого объёма инструмента или стоимость единицы инструмента; Δq – удельный износ инструмента; B' – тариф за 1 кВт·ч энергии; N – мощность, расходуемая на формообразование единицы объема детали; $П$ – часовая производительность формообразования; T_γ – часовая ставка рабочих; n_p – число рабочих; n_m – количество используемого однотипного инструмента.

Величины C_a, B', T_γ, n_p, n_m постоянны. Следовательно, удельные приведённые стоимостные затраты S_n зависят от интенсивности изнашивания инструмента Δq, мощности N и производительности $П$, которые, в свою очередь, определяются режимами формообразования. Принимая во внимание (2), второе слагаемое в (5) представляет собой удельную работу резания e. Показатель S_n можно рассматривать как обобщённый, а показатель e – как частный критерий эффективности технологических процессов. Следовательно, условие $e \to \min$ и соответствующее ему более общее условие $K \to 1$ отвечают требованиям экономической целесообразности, в связи с чем оптимизация процесса резания на основе предложенного показателя K с экономических позиций может быть признана обоснованной.

Согласно (5), снижению удельной работы резания e (т.е. росту показателя K) способствует увеличение производительности стружкообразования П. Значит, условие $K \to 1$ соответствует ещё одному технико-экономическому критерию – наименьшему штучному времени. В отличие от последнего, показатель K характеризует не только интенсивность технологического формообразования, но и энергетические затраты, его обеспечивающие.

Помимо экономической целесообразности, показатели, принимаемые в качестве критериев оптимизации, должны отвечать и другим требованиям [4, 5]: 1) иметь физический смысл; 2) однозначно формулироваться в математическом виде; 3) приводиться к виду целевой функции, аргументами которой выступают управляемые (оптимизируемые) факторы рассматриваемого объекта, системы или процесса. Показатель K, сформулированный как «энергетический КПД стружкообразования», в полной мере соответствует этим требованиям и в приложении к различным видам обработки резанием может быть конкретизирован целевой функцией $K \to 1$ с включением боль-

шого числа оптимизируемых технологических факторов, важнейшими из которых выступают параметры инструмента и режим резания.

Для конкретизации показателя энергетической эффективности *K* применительно к операциям обработки резанием необходимо выразить мощность *N* и производительность П через комплекс управляемых и неуправляемых технологических факторов, присущих соответствующему виду обработки. Мощность *N* определяется произведением тангенциальной силы резания на скорость резания, либо произведением крутящего момента на частоту вращения шпинделя. При этом зависимость силы, крутящего момента от технологических факторов может быть математически представлена на основе различных подходов: формул теоретического расчёта, эмпирических степенных выражений, теории подобия и др. [5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

На основе многократно апробированных машиностроительной практикой эмпирических зависимостей силовых показателей механической обработки от параметров инструмента и режима резания [6] в соответствии с выражением (3) были получены расчётные выражения показателя К для различных видов обработки резанием широкого спектра конструкционных материалов.

Например, при получистовом наружном продольном точении заготовки диаметром *D*, мм, из углеродистой или легированной стали групп ISO-P, ISO-M резцом со сменной пластиной твёрдого сплава (GC4225, Т15К6, Т5К10 и т.п.):

$$K \approx \frac{2{,}2 \cdot 10^{-2}}{k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p}} \cdot \frac{\sigma_{в}^{0{,}25}}{1\text{-}1{,}7\,\psi_{в}} \cdot \frac{s^{0{,}25} \cdot n^{0{,}15} \cdot (D-t)}{D^{0{,}85}}, \quad (6)$$

где $\sigma_{в}$ – временное сопротивление (характеристика прочности), МПа, $\psi_{в}$ – относительное равномерное поперечное сужение (характеристика пластичности) обрабатываемого материала; *t* – глубина резания, мм; *s* – подача, мм/об; *n* – частота вращения, мин$^{-1}$; $k_{\varphi p}$, $k_{\gamma p}$ – коэффициенты влияния угла в плане φ и переднего угла γ на силовые показатели резания [6].

Выражение (6) обнаружило хорошее совпадение с экспериментальными данными при точении сталей, имеющих $\sigma_{в} > 600$ МПа (рис. 1–3). С возрастанием скорости резания с 200 до 300 м/мин (в 1,5 раза) показатель К увеличивается в среднем на 18%, продольной подачи с 0,12 до 0,26 мм/об (в 2 раза) – на 30%, глубины резания с 1,5 до 6 мм (в 4 раза) – уменьшается на 9%. Таким образом, из элементов режима резания превалирующее влияние на показатель К имеет подача *s*. Аналогичный вывод получен и для других операций (поперечного точения, сверления, фрезерования). Анализ экспериментальных зависимостей (рис. 1–3), построенных для двух токарных резцов с различной геометрией, свидетельствует о повышении показателя энергетической эффективности *K* в среднем на 6–9% при одновременном увеличении главного угла в плане φ с 45° до 90° и переднего угла γ с 0° до 10° в условиях одинакового режима резания.

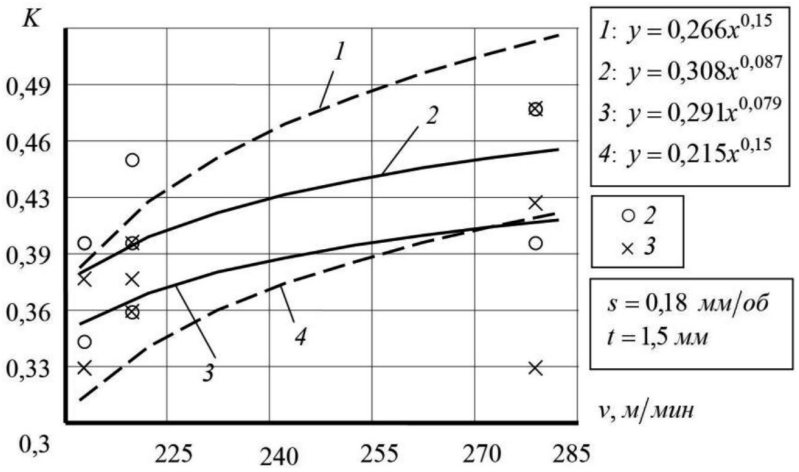


Рис. 1. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от скорости резания: 1 – уравнение (6) для резца 1 (Т15К6, φ = 90°, φ_1 = 10°, γ = 10°, α = 6°, r_ε = 1 мм); 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 1; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 2 (Т5К10, φ = 45°, φ_1 = 45°, γ = 0°, α = 6°, r_ε = 1 мм); 4 – уравнение (6) для резца 2

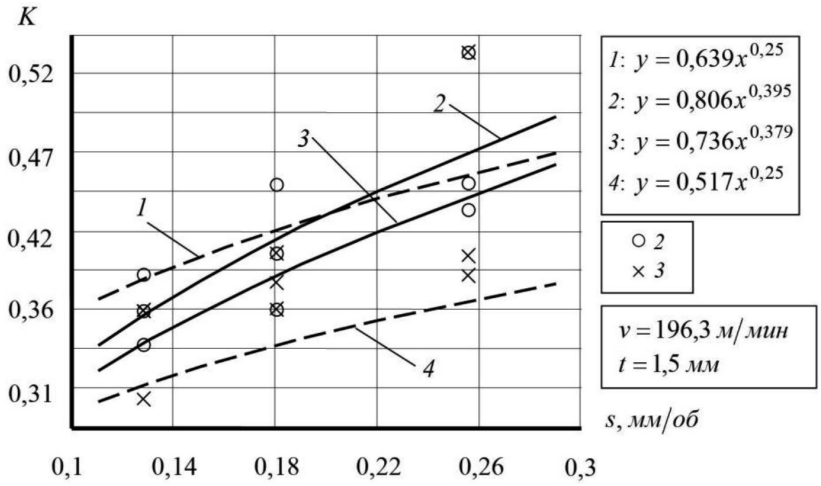


Рис. 2. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от подачи на оборот: 1 – уравнение (6) для резца 1; 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 1; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 2; 4 – уравнение (6) для резца 2

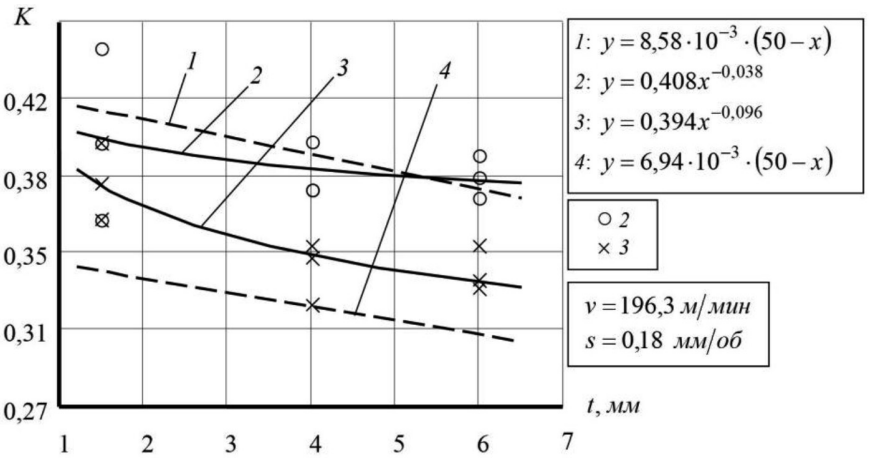


Рис. 3. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от глубины резания: 1 – уравнение (6) для резца 1; 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 1; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца 2; 4 – уравнение (6) для резца 2

Заключение

1. Предложенный в [1] комплексный показатель эффективности стружкообразования, представляющий собой «энергетический КПД резания», соответствует ключевым требованиям, предъявляемым к физическим критериям оптимизации технологических процессов, и может выступать в качестве нового критерия для поиска оптимальных значений управляемых технологических факторов (параметров инструмента, режима резания) применительно к различным операциям механической обработки.

2. На примере точения конструкционных сталей получены выражения показателя энергетической эффективности через вектор неуправляемых и управляемых технологических факторов. Исследованы аналитические и экспериментальные зависимости этого показателя от глубины и скорости резания, скорости подачи, геометрических параметров твердосплавных токарных резцов.

3. Среди главных технологических факторов наибольшее влияние на величину показателя энергетической эффективности стружкообразования оказывают ско-

рость подачи и скорость резания, определяющие производительность съёма стружки.

4. С использованием критерия наибольшей энергетической эффективности ($K \to 1$) могут быть построены методики и алгоритмы параметрической оптимизации конкретных операций механической обработки в пределах известных систем технических ограничений [4, 5].

Список литературы

1. Карпов А.В. К вопросу повышения энергетической эффективности технологических процессов обработки резанием // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 3. С. 43–47.

2. Карпов А.В. Ускоренный метод определения обрабатываемости конструкционных материалов с использованием показателя удельной работы резания // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 11–2. С. 183–187.

3. Кабалдин Ю.Г., Шатагин Д.А., Зотов В.О. Структурно-энергетический подход к процессу изнашивания и диагностике твердосплавного режущего инструмента // Вестник машиностроения. 2016. № 5. С. 79–85.

4. Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Под ред. А.П. Гавриш. Киев: Наукова думка, 1989. 192 с.

5. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. М.: Машиностроение, 2012. 304 с.

6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Суслов А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. 6-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.М. Дальского. М.: Инновационное машиностроение, 2018. 1574 с.

УДК 681.516.72

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ ЭКСТРАКТИВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗОПРЕНА

[1,2]Кривошеев В.П., [1]Филимонцев Е.А., [1]Ефимов И.М.

[1]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: krivosheev.vp@dvfu.ru;

[2]ФГАОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: vladimir.krivosheev@vvsu.ru

Выполнен структурный и параметрический синтез системы управления блоком экстрактивной ректификации четырёхколонной ректификационной установки, предназначенной для выделения изопрена. Основой для выполнения данной работы явились результаты статической оптимизации этой установки по поддержанию статических режимов колонн, обеспечивающих минимизацию энергетических затрат на разделение исходной смеси до получения целевого продукта (изопрена) требуемого качества. При синтезе системы управления многоколонной ректификационной установкой применено имитационное моделирование переходных процессов, варьируя настроечные параметры регуляторов в системах стабилизации, а также компенсаторов в комбинированных системах. Для определения передаточных функций компенсаторов в комбинированных системах использованы передаточные функции объектов по каналам возмущения и управления, найденные из переходных функций по этим каналам. Для определения переходных функций выполнено моделирование динамических режимов. В процессе моделирования динамических режимов данные для расчёта статических режимов ректификационных колонн дополнены информацией о конструктивных параметрах, формирующих инерционные свойства колонн. В данной работе были использованы результаты ранее выполненного параметрического синтеза первой и второй колонн рассматриваемой четырёхколонной ректификационной установки. При скачкообразном изменении расхода питания в головную колонну четырёхколонной ректификационной установки в режиме энергосбережения смоделирован устойчивый переходной процесс извлечения конечного продукта требуемого качества.

Ключевые слова: изопрен, ректификационная установка, оптимизация, моделирование статических и динамических режимов, синтез системы управления

SYNTHESIS OF AN EXTRACTIVE RECTIFICATION UNIT CONTROL SYSTEM IN THE PRODUCTION OF ISOPRENE

[1,2]Krivosheev V.P., [1]Filimontsev E.A., [1]Efimov I.M.

[1]Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: krivosheev.vp@dvfu.ru;

[2]Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: vladimir.krivosheev@vvsu.ru

Structural and parametric synthesis of the control system of the extractive rectification unit of four columns of a rectification unit designed to isolate isoprene was performed. The basis for this work was the results of static optimization of this installation to maintain static column conditions, which minimize energy costs for the separation of the initial mixture to obtain the target product (isoprene) of the required quality. In the synthesis of the control system of a multi-column rectification unit, simulation of transient processes is applied, varying the tuning parameters of the regulators in stabilization systems, as well as compensators in combined systems. To determine the transfer functions of compensators in combined systems, we used the transfer functions of objects on the perturbation and control channels found from the transition functions on these channels. To determine the transition functions, dynamic modes are simulated. In the process of modeling dynamic modes, the data for calculating the static modes of distillation columns are supplemented with information about the design parameters that form the inertial properties of the columns. In this work we used the results of previously performed parametric synthesis of the first and second columns of the four columns of a distillation unit under consideration. With a jump-like change in the power consumption to the head column of the four columns of the distillation unit in the energy saving mode a stable transition process of extracting the final product of the required quality is simulated.

Keywords: isoprene, distillation unit, optimization, modeling of static and dynamic modes, control system synthesis

Процесс ректификации составляет большую долю в процессах химической технологии и в связи с его энергоёмкостью решение задачи энергосбережения привлекает многих исследователей как к оптимизации статических режимов, так и к синтезу систем автоматизации ректификационных колонн для их функционирования в производственных условиях. Этим обусловлен интерес к исследованию динамики процесса ректификации с целью энергосбережения [1, 2] и созданию систем управления этим процессом [3].

Изопрен является одним из важнейших продуктов нефтехимической промышленности. Он используется в качестве мономера для производства синтетического каучука [4]. Фракция C_5 пиролиза вызывает интерес как источник изопрена, так как выделение изопрена до требуемой чистоты из этой фракции экономически более выгодно по сравнению с производством изопрена методами химического синтеза [5].

Ранее был выполнен синтез схемы выделения изопрена и проведена статическая

оптимизации параметров работы колонн разделения [6]. Позднее [7] на основе результатов статической оптимизации синтезирована система управления начальными колоннами К-1 и К-2 четырёхколонной установки по выделению изопрена требуемого качества.

Целью исследования является структурный и параметрический синтез устойчивой системы управления колоннами К-3 и К-4 четырёхколонной ректификационной установки в режиме энергосбережения для получения конечного продукта с массовой долей изопрена не ниже 0,95 с учётом результатов синтеза системы управления начальными колоннами К-1 и К-2, опубликованных в работе [7].

Технологическая и функциональная схемы выделения изопрена

На рис. 1 показана схема четырёхколонной ректификационной установки выделения изопрена из углеводородов фракции С5 пиролиза.

В данной схеме К-1, К-2, К-4 – колонны традиционной ректификации; а К-3 – колонна экстрактивной ректификации. Данная схема смоделирована в Unisim Design [8].

Во всех колоннах используется конденсатор с полным фазовым переходом при давлении 100 кПа. Колонна К-1 предназначена для отгона легколетучих компонентов фракции C_5, а в колонне К-2 из кубового продукта колонны К-1 отгоняется от труднолетучих компонентов смесь, содержащая изопрен. Назначение, параметры колонн К-1 и К-2 в базовом режиме, результаты их статической оптимизации и синтеза системы управления в режиме энергосбережения приведены в статье [7].

В дальнейшем подсистему, состоящую из колонн К-3 и К-4, будем называть блоком экстрактивной ректификации.

На рис. 2 представлен блок экстрактивной ректификации, выделенный из общей схемы четырёхколонной установки (рис. 1).

Дистиллят колонны К-2 в виде потока D2 смешивается в определённом соотношении с экстрагентом (ДМФА).

Полученная смесь поступает в качестве питания на 11-ю тарелку колонны экстрактивной ректификации К-3, содержащую 114 тарелок. Обедненная смесь углеводородов выводится из колонны дистиллятом D3, а поток, содержащий 6% изопрена и 95% ДМФА, отбирается в виде кубового продукта W3.

В колонне К-4, содержащей 10 тарелок, происходит процесс регенерации ДМФА и выделение целевого продукта (изопрена). Питание в колонну в виде потока W3 поступает на 9-ю тарелку. Конечный продукт отбирается сверху колонны в качестве дистиллята с массовой долей изопрена не ниже 0,995, а ДМФА отгоняется в виде кубового продукта.

В табл. 1 представлены основные технологические параметры статической модели блока экстрактивной ректификации.

Синтез системы управления блоком экстрактивной ректификации выполняется поэтапно в той же последовательности, что и для колонн К-1 и К-2 [7].

Определение контрольных тарелок

Контрольные тарелки в колоннах К-3 и К-4 определяются по методике, используемой при синтезе систем управления К-1 и К-2 [7]. В качестве контрольных тарелок были выбраны 74 и 10 тарелка для колонны К-3 и К-4 соответственно.

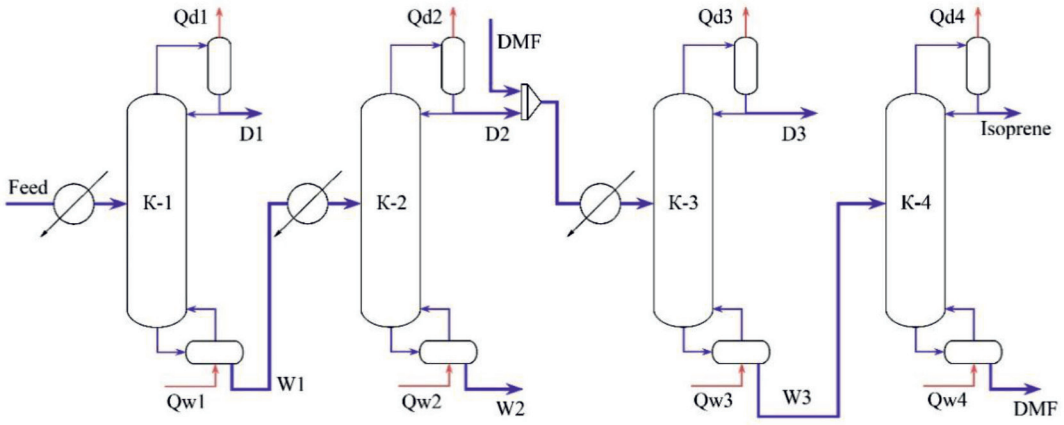


Рис. 1. Схема выделения изопрена из углеводородов фракции C_5 пиролиза

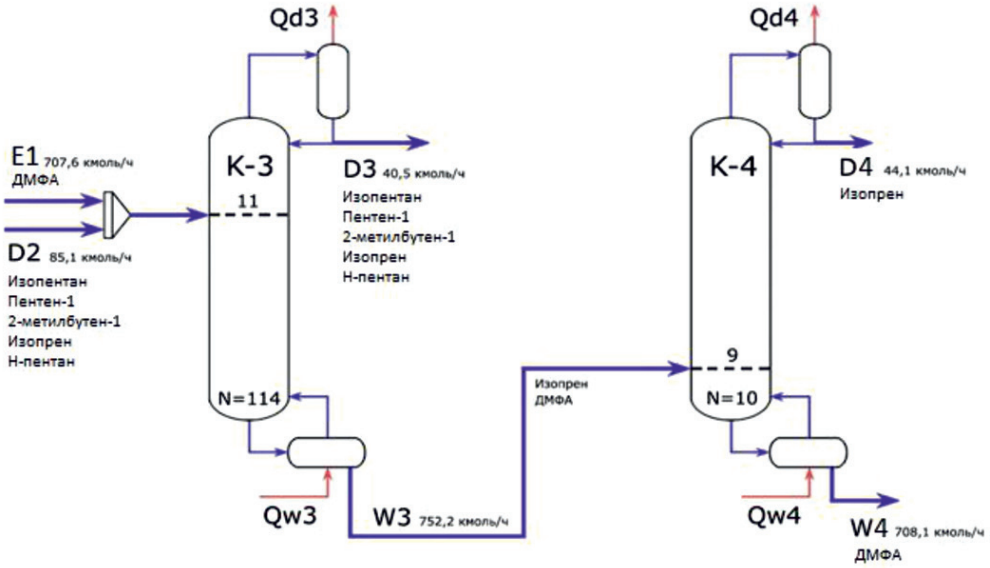


Рис. 2. Технологическая схема блока экстрактивной ректификации изопрена

Таблица 1

Технологические параметры статической модели блока экстрактивной ректификации

Параметр	Значение
Расход питания, D2 + E1 (кмоль/ч)	792,7
Содержание изопрена в потоке D2 (мол. дол.)	0,063
Расход дистиллята из колонны К-3, D3 (кмоль/ч)	40,5
Расход кубовой жидкости из колонны К-3, W3 (кмоль/ч)	752,2
Содержание изопрена в потоке W3 (мол. дол.)	0,06
Флегмовое число (К-3)	10,7
Расход дистиллята (К-4), D4 (кмоль/ч)	44,1
Содержание изопрена в продуктовом потоке D4 (мол. дол.)	0,997
Расход кубовой жидкости из колонны К-4, W4 (кмоль/ч)	708,1
Флегмовое число (К-4)	1,0

Статическая оптимизация колонн блока экстрактивной ректификации

При статической оптимизации четырёхколонной установки минимизируются энергетические затраты при получении изопрена требуемого качества. Результаты оптимизации, относящиеся к колоннам К-1 и К-2, опубликованы в работе [7].

В табл. 2 и 3 для оптимальных режимов показаны зависимости расхода основных потоков и температур на контрольных тарелках колонн блока экстрактивной ректификации от изменения расхода питания в колонну К-3.

Из результатов статической оптимизации следует, что температура на контрольных тарелках обеих колонн при изменении расхода питания в колонну К-3 изменяется незначительно. Это позволяет стабилизацию качества продуктов, содержащих изопрен, обеспечить стабилизацией температуры на этих тарелках. Анализ зависимости потоков колонн К-3 и К-4 показывает, что расходы потоков этих колонн линейно зависят от расхода питания в колонну К-3. В связи с этим расходы потоков колонны К-4 зависят тоже линейно от расхода питания в колонну К-4, что подтверждается данными, приведёнными в табл. 2 и 3.

Предлагаемая схема системы управления

Схема системы управления блоком экстрактивной ректификации изопрена из фракции C_5 пиролиза представлена на рис. 3. Она реализует линейные зависимости расхода потоков в колонне от расхода питания в эту колонну.

Таблица 2

Результаты статической оптимизации колонны К-3

Расход питания F, кг/ч	Расход дистиллята D3, кг/ч	Расход кубового продукта W3, кг/ч	Тепловой поток конденсатора Qd3, кДж/ч	Тепловой поток ребойлера Qw3, кДж/ч	Расход флегмы L3, кг/ч	Температура на КТ, °С
51836,53	2583,79	49252,74	8339381	14686729	20339,20	61,16
54716,34	2729,13	51987,20	8783907	15485928	21414,89	61,16
57596,14	2873,07	54723,07	9243121	16298223	22533,04	61,15
60475,95	3018,42	57457,53	9687651	17097446	23608,73	61,13
63355,76	3163,77	60191,99	10132162	17896699	24684,37	61,10

Таблица 3

Результаты статической оптимизации колонны К-4

Расход питания F, кг/ч	Расход дистиллята D4, кг/ч	Расход кубового продукта W4, кг/ч	Тепловой поток конденсатора Qd4, кДж/ч	Тепловой поток ребойлера Qw4, кДж/ч	Расход флегмы L4, кг/ч	Температура на КТ, °С
51836,53	2644,69	46608,05	1908825	8259594	2488,15	131,17
54716,34	2789,47	49197,73	2012366	8712542	2621,79	131,09
57596,14	2938,27	51784,81	2129317	9191123	2787,47	131,61
60475,95	3081,46	54376,07	2225018	9629511	2901,62	131,19
63355,76	3228,36	56963,62	2338997	10101384	3061,21	131,56

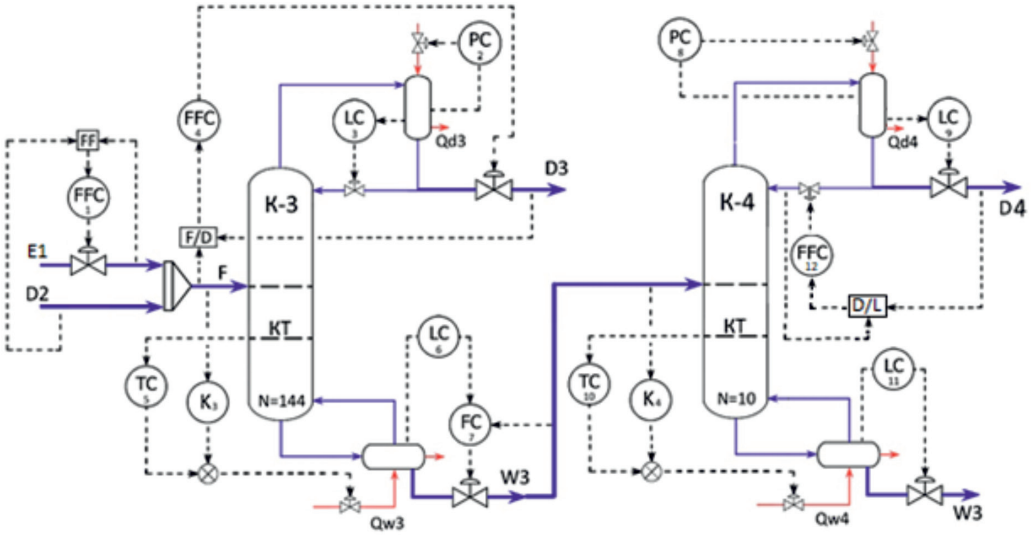


Рис. 3. Схема системы управления блоком экстрактивной ректификации

Формирование потока питания в колонну К-3 обеспечивает система регулирования соотношения расходов потока D_2 и экстрагента на значении 1:7,6. В обеих колоннах стабилизируется давление изменением расхода охлаждающего агента в конденсатор. В верхней части колонны К-3 регулируется соотношение расхода дистиллята и расхода питания в колонну, а уровень в конденсаторе регулируется расходом орошения в колонну. В нижней части колонны К-2 применена комбинированная система: регулирование расхода теплового агента в зависимости от расхода питания в колонну с коррекцией по температуре на 74 тарелке. Для уменьшения возмущения в колонну К4 применена каскадная система регулирования расхода потока W_3 с коррекцией по уровню в колонне К-3.

В табл. 4 приведены настроечные параметры ПИ-регуляторов, используемых при регулировании колонн К-3 и К-4. Настроечные параметры регуляторов получены имитационным моделированием переходных процессов в системе управления четырёхколонной установкой.

Выбор и настройка компенсаторов для К-3 и К-4

В результате моделирования переходных процессов по каналам воздействия на температуру на контрольной тарелке изменением расхода питания (канал возмущения) и изменением расхода теплового потока в куб колонны (канал управления) по известным методикам получены нормированные передаточные функции $W_{ов}(S)$ и $W_{оу}(S)$, а из условия инвариантности получены передаточные функции компенсаторов для колонны К-3 и К-4. Они представлены в виде (1, 2) соответственно:

$$W_к(S) = -\frac{W_{ов}(S)}{W_{оу}(S)} = 0,45\frac{2200S+1}{2909S+1}e^{-100S}, \quad (1)$$

$$W_к(S) = -\frac{W_{ов}(S)}{W_{оу}(S)} = 0,38\frac{91,2S+1}{94,3S+1}. \quad (2)$$

Переходные процессы в блоке экстрактивной ректификации

На рис. 4 и 5 для ступенчатого воздействии ±10 % по расходу питания в головную колонну К-1 отображены отклики в виде изменения соответственно: температуры на контрольной тарелке в колонне К-3 и массового содержания изопрена в кубовом продукте колонны К-3.

На рис. 6–8 для ступенчатого воздействии ±10 % по расходу питания в головную колонну К-1 отображены отклики в виде изменения соответственно: температуры на контрольной тарелке колонны К-4 (ΔТ10), расхода изопрена в виде расхода дистиллята колонны К-4 и массовой доли изопрена в дистилляте колонны К-4. Моделирование переходных функций колонн по каналу возмущения и управления, а также откликов на возмущение по расходу питания в К-1, выполнялось в программной среде UniSim [8].

Таблица 4

Настроечные параметры регуляторов блока колонн К-3 и К-4

Позиция на схеме	Наименование	Коэффициент усиления K	Время изодрома $T_и$, мин
1, 12	Регулятор соотношения расходов	0,1	0,2
2, 8	Регулятор давления	2	0,2
3, 6	Регулятор уровня	4	6
4	Регулятор соотношения расходов	0,15	0,1
5	Регулятор температуры	3,4	0,6
7	Регулятор расхода	0,15	0,1
9, 11	Регулятор уровня	4	4
10	Регулятор температуры	2,4	0,3

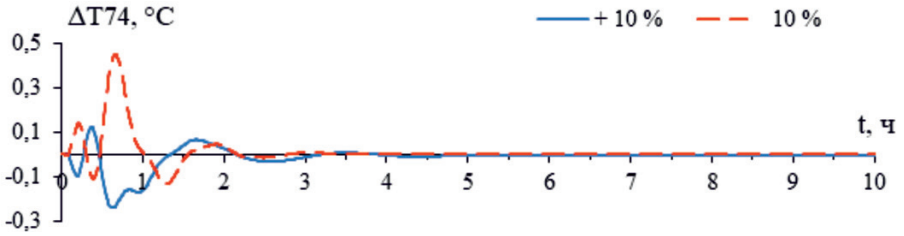


Рис. 4. Отклик температуры на контрольной тарелке в К-3

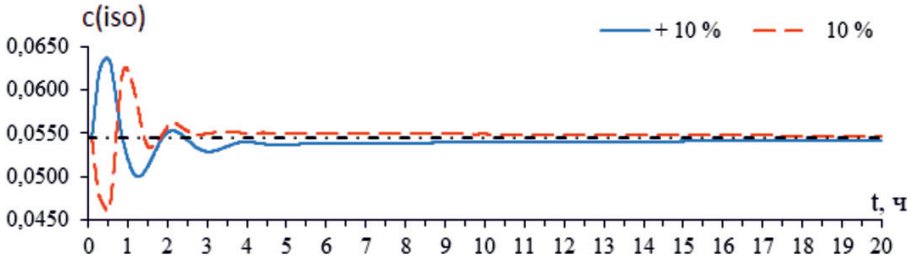


Рис. 5. Отклик содержания изопрена в кубовом продукте К-3

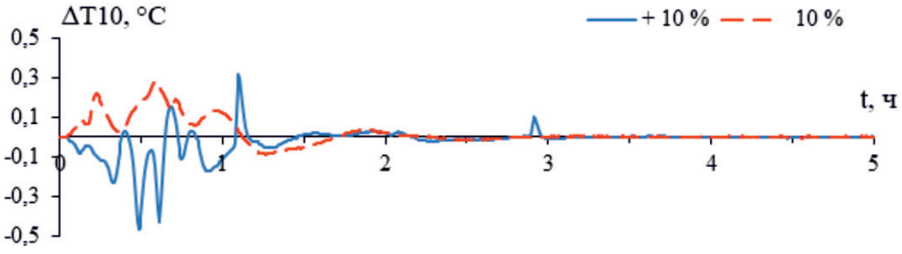


Рис. 6. Отклик изменения температуры на контрольной тарелке в К-4

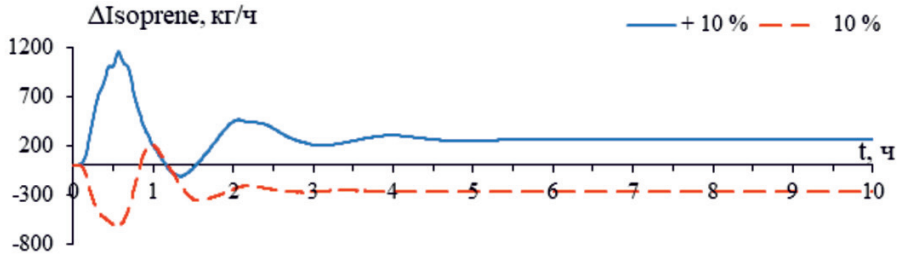


Рис. Рис. 7. Отклик изменения расхода изопрена

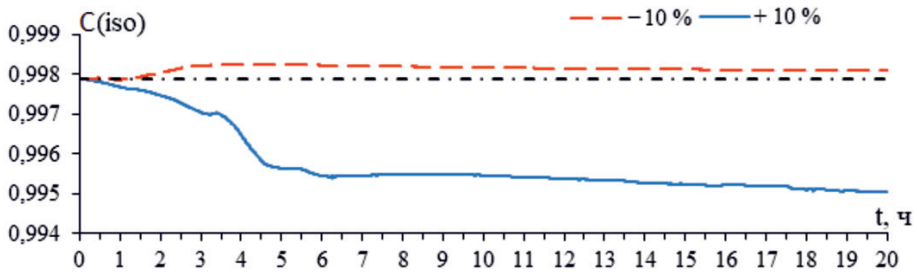


Рис. 8. Отклик содержания изопрена в дистилляте колонны К-4

Из переходных процессов, изображённых на рис. 4–7, следует, что изменение знака возмущения в головную колонну влияет на частоту колебаний в системе. Изменение полярности возмущения по расходу питания в головную колонну влияет на длительность переходных процессов в системе. При возмущении в сторону увеличения расхода питания в колонну К-1 переходной процесс в системе составляет 5,5 ч, а при возмущении в сторону уменьшения переходной процесс в системе составляет 3 ч.

Выводы

На основе результатов минимизации энергетических затрат в статическом состоянии четырёхколонной ректификационной установки (К-1, К-2, К-3, К-4) при получении изопрена требуемого качества с учётом результатов ранее выполненного синтеза системы управления колоннами К-1 и К-2 синтезирована система управления блоком колонн К-3 и К-4 с использованием среды UniSim Design.

Результаты работы подтверждают достижение цели исследования: получение устойчивой системы управления четырёхколонной ректификационной установкой для получения изопрена требуемого качества в режиме энергосбережения.

При анализе графиков переходных процессов по рассмотренным каналам передачи воздействий на промежуточные переменные наблюдается изменение формы этих процессов при смене знака воздействия равного по величине, что свидетельствует о нелинейности ректификационной установки по выделению изопрена.

Выполнение исследований при синтезе системы оптимального управления многоколонной ректификационной установкой по выделению изопрена с использованием среды UniSim Design позволило установить существенное влияние знака

ступенчатого возмущающего воздействия в головную колонну на частотный спектр и на длительность переходного процесса в системе управления до получения конечного продукта.

Список литературы

1. Гималаев М.К. Анализ особенностей динамического поведения ректификационных колонн с целью разработки энергосберегающих систем управления // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 16. № 15. С. 251–253.

2. Sigurd Skogestad. Dynamics and control of distillation columns – a critical survey. Modeling, identification and control. 1997. vol. 18. no. 3. P. 177– 217.

3. Елизаров В.И., Мерзляков С.А., Шавалеев Р.Р. К построению систем управления процессом ректификации // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 11. С. 177–180.

4. Абзалилова Л.Р. Традиционные и инновационные материалы в промышленности синтетических каучуков в России и мире: учебное пособие. Казань: КНИТУ, 2013. 148 с.

5. Башкатов Т.В., Жигалин Я.Л. Технология синтетических каучуков: учебник для техникумов: 2-е изд. Л.: Химия, 1987. 360 с.

6. Кривошеев В.П., Ануфриев А.В., Реутов В.А., Филимонцев Е.А., Пугачева Н.В. Моделирование и оптимизация системы выделения изопрена из фракции углеводородов C_5 пиролиза // Фундаментальные исследования. 2018. № 12–1. С. 25–30.

7. Кривошеев В.П., Филимонцев Е.А., Ефимов И.М. Синтез системы управления ректификационными колоннами К-1 и К-2 в производстве изопрена. // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 12. С 68–72.

8. UniSim Design Suite – Free Trial of Simulation Software Now Available [Electronic resource]. URL: https://www.honeywell-process.com/en-US/explore/products/ advanced-applications/unisim/Pages/unisim-design-suite.aspx (date of access: 01.04.2020).

УДК 004:001.891.573:615.47

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛЕГКИХ И СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ

Кучер А.И., Алексанян Г.К., Щербаков И.Д.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: a.kucher@npi-tu.ru

Технические средства медицинской визуализации являются одними из важных элементов при мониторинге и диагностике функционального состояния биологического объекта. Технология электроимпедансной томографии (ЭИТ) является одним из перспективных и бурно развивающихся направлений медицинской визуализации. Одной из проблем ЭИТ является задача идентификации тканей и органов грудной полости по результатам ЭИТ. Одним из перспективных направлений является решение данной задачи с применением методом интеллектуального анализа данных. В настоящей работе разработан нейро-нечеткий классификатор, который по результатам мониторинга изменения проводимости грудной полости методом ЭИТ, оценки интегральной вентиляционной функции легких и пульсоксиметрии выделяет области сердца и легких на ЭИТ изображениях. Для проверки работоспособности классификатора разработано устройство сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии, позволяющее вести непрерывный сбор данных для мониторинга поля изменения проводимости грудной полости с параллельным получением данных пульсоксиметрии. На основании результатов мониторинга проведено испытание разработанного классификатора, подтвердившее его работоспособность. Предложен метод интеллектуальной идентификации внутренних структур биологического объекта при ЭИТ на примере легких и сердца человека.

Ключевые слова: электроимпедансная томография, грудная полость, легкие, сердце, нейро-нечеткий классификатор, аппаратно-программный комплекс

INTELLECTUAL IDENTIFICATION OF LUNG AND HUMAN HEART BASED ON THE RESULTS OF FIELD MONITORING OF CHANGE OF CONDUCTIVITY OF THE BREAST CAVITY BY ELECTRIC IMPEDANCE TOMOGRAPHY AND PULSE RESULTS

Kucher A.I., Aleksanyan G.K., Scherbakov I.D.

South Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, e-mail: a.kucher@npi-tu.ru

Technical means of medical imaging are some of the important elements in monitoring and diagnosing the functional state of a biological object. The technology of electrical impedance tomography (EIT) is one of the promising and rapidly developing areas of medical imaging. One of the problems of EIT is the identification of tissues and organs of the chest cavity according to the results of EIT. One of the promising areas is to solve this problem using the data mining method. In this work, we developed a neuro-fuzzy classifier, which, according to the results of monitoring changes in the conductivity of the chest cavity using the EIT method, evaluating the integrated ventilation function of the lungs and pulse oximetry, highlights the areas of the heart and lungs in EIT images. To verify the classifier's performance, a device for collecting and transmitting data for EIT with a pulse oximetry channel has been developed, which allows continuous data collection to monitor the field of changes in the conductivity of the chest cavity with the simultaneous receipt of pulse oximetry data. Based on the monitoring results, a test of the developed classifier was carried out, confirming its performance. A method is proposed for the intellectual identification of the internal structures of a biological object in EIT using the example of the lungs and heart of a person.

Keywords: electrical impedance tomography, chest cavity, lungs, heart, neuro-fuzzy classifier, hardware-software complex

Технические средства медицинской визуализации являются одними из важных элементов при мониторинге и диагностике функционального состояния биологического объекта. Весьма перспективным направлением во всем мире является неинвазивная медицинская визуализация. В настоящее время она бурно развивается для решения принципиальных проблем, касающихся стоимости медицинских устройств, повышения их доступности, упрощения аппаратной реализации, увеличения функциональных возможностей и др. Технология электроимпедансной томографии (ЭИТ) [1] (неинвазивного метода реконструкции и визуализации распределения проводимости (или его изменения) в биологических объектах по результатам электрических измерений на его поверхности) является одним из перспективных и бурно развивающихся направлений медицинской визуализации. Это обусловлено достоинствами метода ЭИТ, которые заключаются в простоте аппаратной реализации, неинвазивном по-

лучении диагностической информации, возможности исследования динамических процессов, низкой стоимостью устройств. Однако, несмотря на достоинства и возможности метода ЭИТ, существует ряд фундаментальных проблем, решение которых позволит повысить эффективность применения метода ЭИТ в клинической практике. Одной из таких проблем является задача идентификации тканей и органов грудной полости по результатам ЭИТ.

Целью настоящего исследования является разработка метода интеллектуальной идентификации областей сердца и легкого на основании анализа результатов мониторинга поля изменения проводимости грудной полости методом ЭИТ с учетом данных пульсоксиметрии. Для реализации метода разработан нейро-нечеткий классификатор для интеллектуальной идентификации областей легких и сердца на ЭИТ изображениях с учетом показаний пульсоксиметрии и результатов оценки интегральной вентиляционной функции легких человека, а также устройство сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии.

Материалы и методы исследования

Для формирования измерительной информации для реконструкции поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$ методом ЭИТ, а также данных пульсоксиметрии [2] разработано устройство сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии, структурная схема которого показана на рис. 1. Устройство сбора и передачи данных с каналом пульсоксиметрии в составе макета интеллектуальной идентификации внутренних структур биологического объекта на основе ЭИТ предназначено для непрерывного получения данных для ЭИТ и пульсоксиметрии. Устройство работает следующим образом: после получения команды от оператора программное обеспечение (ПО) на персональном компьютере (ПК) формирует массив состояний цифровых выводов многофункционального модуля *L-Card E*-502 [3], подключенных к адресным входам блоков коммутаторов источника тока $БК_{ИТ}$ и измерения $БК_{ИЗМ}$, а также массив цифровых кодов цифро-аналогового преобразователя ЦАП. Подготовленные массивы передаются в микроконтроллер МК модуля *L-Card E*-502. Далее ПК передает МК команду на старт синхронного сбора данных с аналогово-цифрового преобразователя АЦП и циклический вывод данных на ЦАП и цифровые выводы. В ходе циклического вывода на выходе ЦАП формируется напряжение U_y, форма, частота и амплитуда которого задают форму, частоту f_I и амплитуду тока I на выходе источника тока, управляемого напряжением ИТУН. В ходе циклического вывода на цифровые выходы в ходе смены кодов на адресных входах $БК_{ИТ}$ происходит переключение коммутаторов, в ходе которого ИТУН подключается к заданной паре электродов из блока электродов БЭ. Смена кодов на адресных входах $БК_{ИЗМ}$ приводит к переключению коммутаторов, в ходе которого заданные электроды из БЭ подключаются к дифференциальному усилителю ДУ. Разность потенциалов усиливается, проходит через фильтр высоких частот для отстройки от биопотенциалов и преобразовывается в цифровую форму с помощью АЦП. Параллельно МК запрашивает данные о светопоглощении красного и инфракрасного излучений от пульсоксиметра ПО (*MAX30100* [4]). При заполнении буфера МК заданным числом отсчетов данные передаются в ПК и сохраняются для последующей реконструкции поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$.

Разработанное устройство позволяет получать данные пульсоксиметрии с частотой дискретизации 100 Гц, а также данные $\Delta\Phi(t)$ для реконструкции поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$ для электродной системы из одного электродного пояса с числом электродов N = 16. Частота f_I инжектируемого тока I от 20 до 100 кГц, форма – синусоидальная, треугольная, прямоугольная. Амплитуда инжектируемого тока 5 мА. Время формирования одного набора данных $\Delta\Phi(t_i)$ при f_I = 50 кГц – 40,6 мс.

Для реконструкции поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$ использовано ПО *EIDORS* [5], а именно метод конечных элементов и алгоритма Гаусса – Ньютона для лианеризованной обратной задачи ЭИТ с применением регуляризации [6]:

$$\Delta\Omega = \left(J^T J + \lambda R^T R\right)^{-1} J^T d\Phi,$$

где J – матрица Якоби (матрица чувствительности); λ – параметр регуляризации (гиперпараметр); R – регуляризирующий оператор. В качестве R использована единичная матрица, т.е. использована регуляризация Тихонова [7]. Вектор $\Delta\Omega = \{\Delta\sigma_S\}$ состоит из S элементов, где S – число элементов сетки конечно-элементной модели. Номер строки равен номеру элемента.

Для интеллектуальной идентификации областей сердца и легкого на основании анализа результатов мониторинга поля изменения проводимости грудной полости методом ЭИТ с учетом данных пульсоксиметрии разработан нейро-нечеткий классификатор для определения степени воздухо-

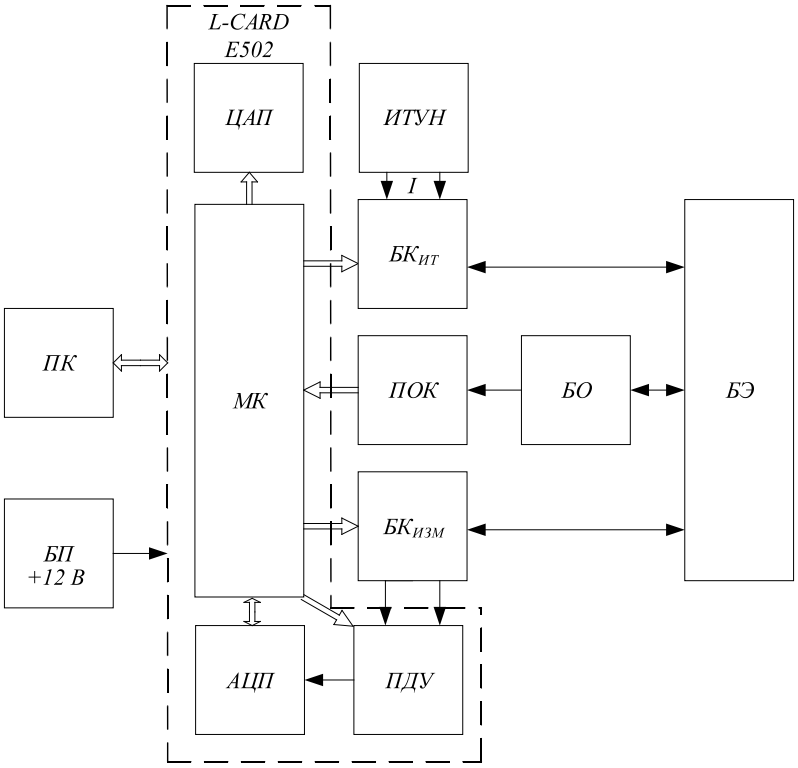


Рис. 1. Структурная схема устройства сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии

и кровенаполнения конечного элемента модели грудной полости по результатам оценки изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$, интегральной вентиляционной функции легких $\Psi(t)$ [8] и пульсоксиметрии $IR(t)$.

Для работы нейро-нечеткого классификатора использована искусственная нейронная сеть (ИНС), основанная на технологии долгой краткосрочной памяти (*LSTM*) [9]. Число слоев равно одному, число входных нейронов равно числу кадров *Nt*, число выходных нейронов равно числу конечных элементов в кадре *S*. Нейросеть на основе *LSTM* является подходящей для оценки последовательностей данных, в том числе и меняющихся со временем. В результате разработанный классификатор получает на вход данные об изменении проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$, а также две обучающие выборки с данными об активности легких ($\Psi(t)$) и сердца ($IR(t)$).

На основании полученных данных формируется матрица *K* размером 1x*S*, где элемент k_j ($j = 1..S$) принимает значения в диапазоне от –1 до 1, где: 0 – другое; –1 – легкое; 1 – сердце. Ввиду того, что значения на выходе ИНС принимают не дискретные значения –1; 0; 1, а значения в диапазоне [–1; 1], использована ещё одна однослойная ИНС, основанная на методе *K*-средних [10], для кластеризации полученных результатов. Данная ИНС делит матрицу *K* на 3 кластера, которые после объединения формируют матрицу K_F, значения которой принимают только дискретные значения –1; 0; 1.

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью разработанного устройства получены данные $\Delta\Phi(t)$ для реконструкции поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$ и данные об изменении светопоглощения тканей в инфракрасном спектре $IR(t)$. Произведен мониторинг в течение 393 с, за которые пациент дышал спокойно с 0 по 60, с 130 по 310 и с 355 по 393 с, дышал глубоко с 310 по 355 с и произвел задержку дыхания после глубокого вдоха (апноэ) с 60 по 130 с. Данные области наблюдаются на графике $\Psi(t)$, представленном на рис. 2.

Для работы нейро-нечеткого классификатора использованы области спокойного дыхания (с 20 по 40 с мониторинга) и область апноэ (с 80 по 100 с мониторинга). На рис. 3, а, показана область графика $\Psi(t)$, использованная для интеллектуальной идентификации областей легких и сердца на основании результатов ЭИТ и пульсоксиметрии. На рис. 3, б, показана аналогичная область для графика $IR(t)$.

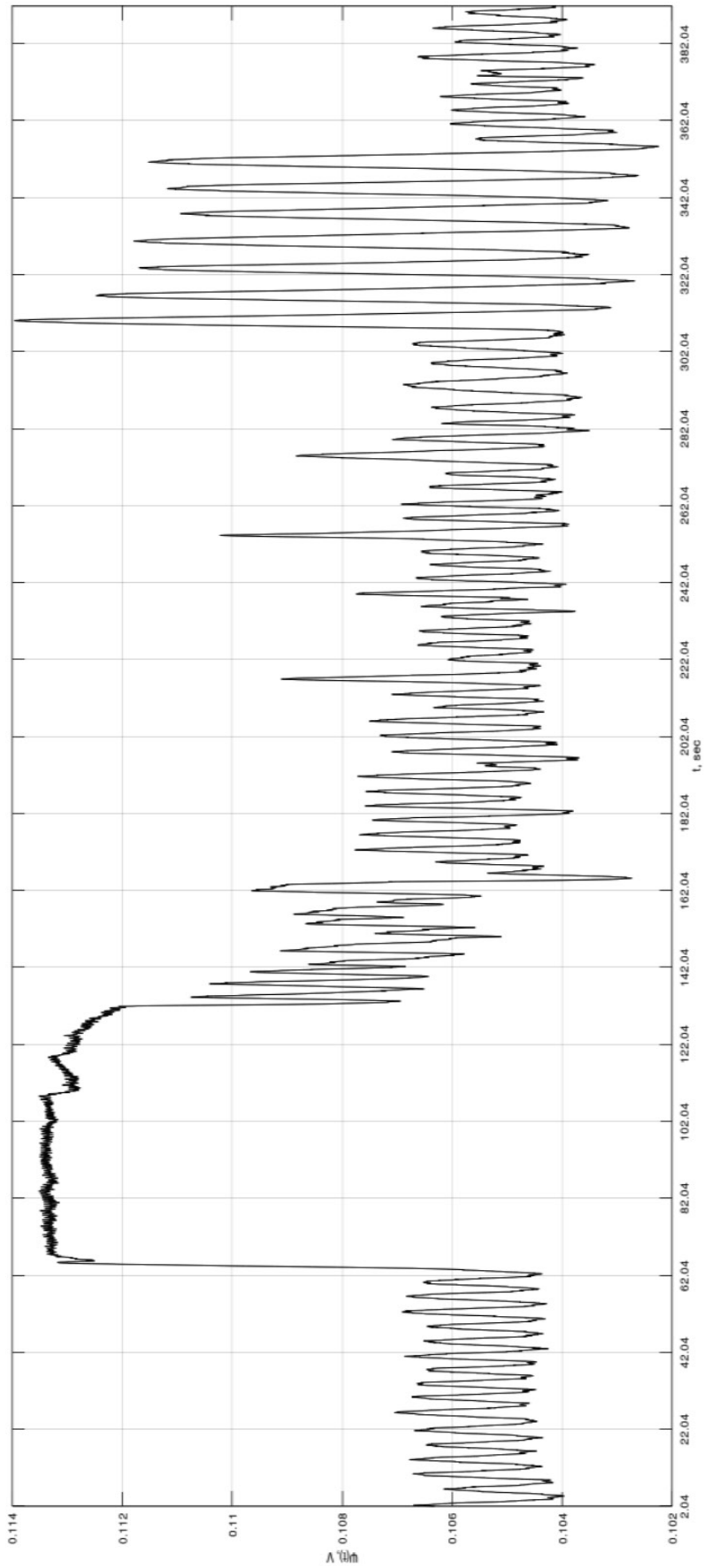
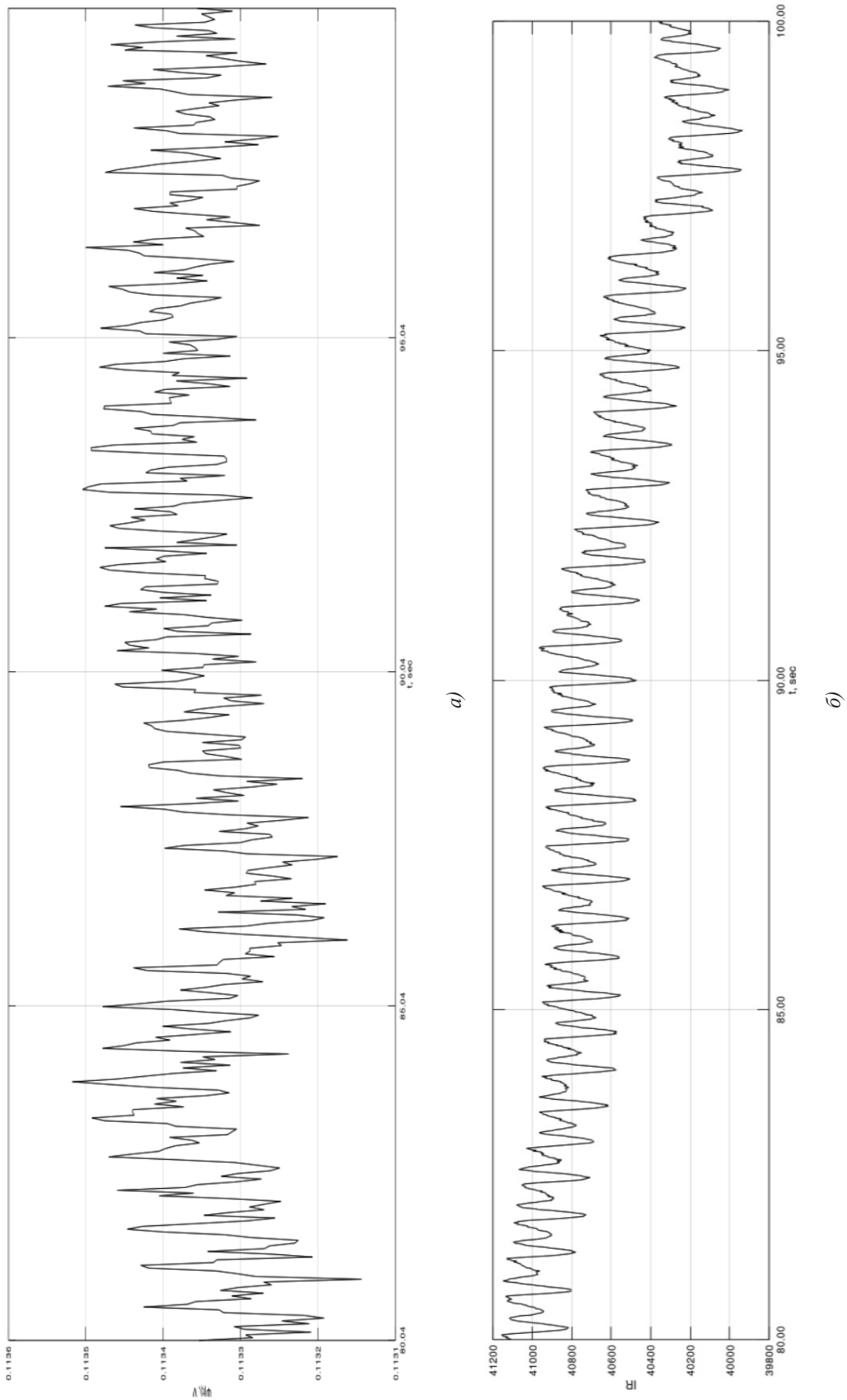
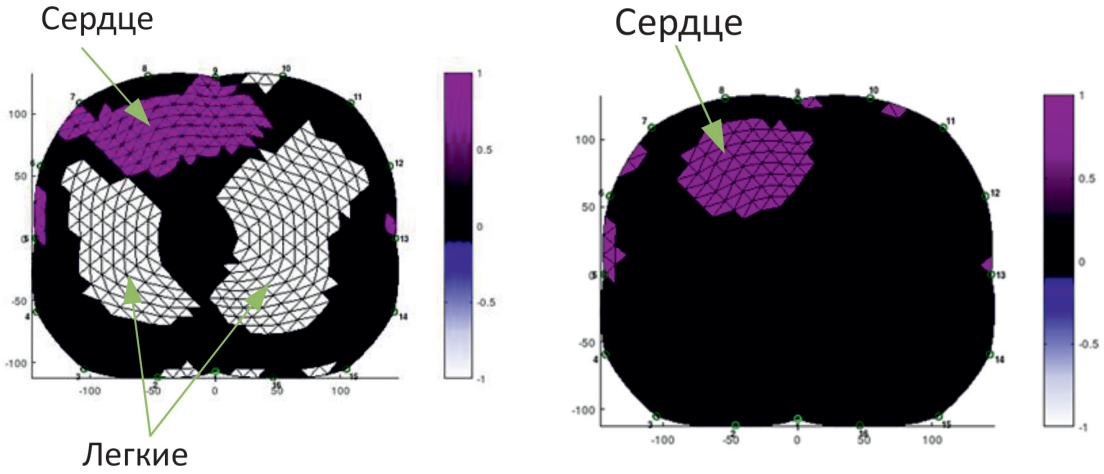


Рис. 2. График Ψ(t), полученный на основании данных, измеренных разработанным устройством сбора и передачи данных для ЭИТ



а) *б)*

Рис. 3. График Ψ(t) (а) и IR(t) (б), полученные во время апноэ (с 80 по 100 с мониторинга)



а) *б)*

Рис. 4. Результаты работы классификатора для данных, полученных при спокойном дыхании (а) и при апноэ (б)

Результаты работы разработанного нейро-нечеткого классификатора на основании данных, полученных с помощью разработанного устройства сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии для данных во время спокойного дыхания и апноэ, представлены на рис. 4.

Как видно из рис. 4, во время работы респираторной и сердечно-сосудистой систем (спокойное дыхание) разработанный классификатор позволяет выделить области, относящиеся к сердцу и легким. При работе лишь сердечно-сосудистой системы (апноэ) классификатор выделяет лишь область сердца. Присутствуют артефакты, вызванные неидеальностью измерительных данных. Таким образом, разработанный нейро-нечеткий классификатор позволяет на основании информации об активности респираторной системы (например, интегральная вентиляционная функция легких $\Psi(t)$) и сердечно-сосудистой системы (например, данные пульсоксиметрии $IR(t)$) и результатов мониторинга поля изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$ методом ЭИТ идентифицировать области легких и сердца на ЭИТ-изображениях.

Предлагается метод интеллектуальной идентификации внутренних структур биологического объекта при ЭИТ на примере легких и сердца человека. Для реализации метода на грудную полость человека крепят P поясов, каждый из которых состоит из N электродов. Также на указательный палец пациента крепят пульсоксиметр для регистрации активности сердечно-сосудистой системы $HA(t)$. После инициализации системы и запуска процесса мониторинга система за фиксированное время Δt производит сбор и обработку измерительных данных $\Delta\Phi(t_k)$, реконструкцию поля изменения проводимости $\Delta\Omega(t_k\text{-}1)$, фиксацию $HA(t_k)$, интеллектуальную идентификацию областей сердца и легких. Для формирования массива измерительных данных $\Delta\Phi(t_k)$ по заданному алгоритму инжектирования IA, содержащего M комбинаций измерительных электродов, производится переключение инжектирующих электродов, а регистрация разностей потенциалов $\Delta\varphi_{m,l}(t_k)$ ($m = 1..M$, $l = 1..L$) производится в соответствии с алгоритмом измерения MA с числом комбинаций L. Параллельно со сбором данных для ЭИТ-реконструкции производится сбор данных об активности сердечно-сосудистой системы с помощью датчика пульсоксиметрии. На основании полученных значений $\Delta\Phi(t_k)$ производится расчет интегрального параметра $\Psi(t_k)$. С учетом полученного значения $\Psi(t_k)$ определяется опорная точка для дифференциальной ЭИТ-реконструкции, после чего производится реконструкция $\Delta\Omega(t_k\text{-}1)$. Полученные данные $\Delta\Omega(t)$, $\Psi(t)$ и $HA(t)$ подаются на вход нейро-нечеткого классификатора, формирующего изображение томографического среза с выделенными областями легкого и сердца.

Заключение

Для интеллектуальной идентификации областей сердца и легкого на основании анализа результатов мониторинга поля изменения проводимости грудной полости методом ЭИТ с учетом данных пульсокси-

метрии разработан нейро-нечеткий классификатор, который по результатам оценки изменения проводимости грудной полости $\Delta\Omega(t)$, интегральной вентиляционной функции легких $\Psi(t)$ и пульсоксиметрии $IR(t)$ выделяет области сердца и легких на ЭИТ изображениях. Для проверки работоспособности классификатора разработано устройство сбора и передачи данных для ЭИТ с каналом пульсоксиметрии, позволяющее вести непрерывный мониторинг изменения проводимости грудной полости с параллельным получением данных пульсоксиметрии. На основании результатов мониторинга проведено испытание разработанного классификатора, подтвердившее его работоспособность. Предложен метод интеллектуальной идентификации внутренних структур биологического объекта при ЭИТ на примере легких и сердца человека.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00786 «Разработка методологии и алгоритмических средств интеллектуальной идентификации внутренних структур биологических объектов в системах электроимпедансной томографии».

Список литературы

1. Inez Frerichs, Marcelo B.P. Amato, Anton H. van Kaam, David G. Tingay, Zhanqi Zhao, Bartlomiej Grychtol, Marc Bodenstein, Herve Gagnon, Stephan H. Böhm, Eckhard Teschner, Ola Stenqvist, Tommaso Mauri, Vinicius Torsani, Luigi Camporota, Andreas Schibler, Gerhard K. Wolf, Diederik Gommers, Steffen Leonhardt, Andy Adler Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group. Thorax. 2017. vol. 72. P. 83–93.

2. Elgendy M. On the analysis of fingertip photoplethysmogram signals. Current Cardiology Reviews. 2012. vol. 8. № 1. P. 14–25.

3. Преобразователи напряжения измерительные L-CARD E-502. Руководство пользователя. М: L-CARD, 2019. 82 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.lcard.ru/download/e-502_users_guide.pdf (дата обращения: 10.04.2020).

4. Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health. Maxim Integrated. 2014. 29 p. [Electronic resource]. URL: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf (date of access: 10.04.2020).

5. Polydorides N., Lionheart W.R.B. A Matlab toolkit for three-dimensional electrical impedance tomography: a contribution to the Electrical Impedance and Diffuse Optical Reconstruction Software project. Measurement Science and Technology. 2002. vol 13. № 12.

6. Vauhkonen M., Vadasz D., Karjalainen P.A., Somersalo E., Kaipio J.P., Tikhonov A.N. Regularization and Prior Information in Electrical Impedance Tomography. IEEE Transactions on medical imaging. 1998. vol. 17. № 2. P. 285–293.

7. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. 285 с.

8. Кучер А.И. Метод и система мониторинга вентиляционной функции легких человека на основе электроимпедансной томографии: дис. … канд. тех. наук. Новочеркасск, 2018. 167 с.

9. Staudemeyer R.C., Morris E.R. Understanding LSTM – a tutorial into Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks. ArXiv 2019. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/335975993_Understanding_LSTM_--_a_tutorial_into_Long_Short-Term_Memory_Recurrent_Neural_Networks (date of access: 10.04.2020).

10. Частикова В.А., Остапов Д.С. Применение методов кластеризации для повышения точности работы нейронных сетей // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17475 (дата обращения: 10.04.2020).

УДК 519.6:550.8.05

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ГРАВИРАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПЛОЩАДЕЙ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Мотрюк Е.Н., Вельтистова О.М.

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, e-mail: kmotryuk@yandex.ru

Согласованная с геофизическими полями модель строения осадочного чехла позволяет проводить геологическую интерпретацию на высоком уровне и способствует повышению эффективности работ, направленных на выявление перспективных зон нефтегазоносности. Структурно-плотностная модель среды, с заданной степенью точности удовлетворяющая наблюденному гравитационному полю, формируется путем решения обратных задач гравиразведки. В статье рассматриваются вопросы выбора оптимальных параметров при решении обратных задач гравиразведки на основе критериального подхода итерационным методом решения. Представлена вычислительная схема алгоритма решения с введением параметра релаксации. В программном редакторе геолого-геофизических моделей среды GeoVIP в качестве примера исследовались профили Верхнепечорской впадины и Среднепечорского поперечного поднятия. Выполнено геоплотностное моделирование путем решения обратной плотностной задачи гравиметрии. Установлена зависимость невязки наблюденного и рассчитанного полей от шага расчетов. Выбран оптимальный шаг для интерполяции и решения с учетом минимального значения невязки и времени расчета – он должен лежать в пределах второй четверти интервала расположения пунктов съемки наблюдения. Для структур подобного типа выработаны методические рекомендации по выбору значений критерия оптимальности, шага интерполяции и решения обратной задачи данным методом, а также оптимальной величины невязки.

Ключевые слова: алгоритм решения обратной задачи гравиразведки, критерий оптимальности, невязка наблюденного и рассчитанного полей, шаг интерполяции, количество итераций, структурно-плотностные модели

SELECTION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR SOLVING THE INVERSE PROBLEMS OF GRAVOGRAPHIC EXPLORATION ON THE BASIS OF A CRITERIAL APPROACH FOR AREAS OF THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

Motryuk E.N., Veltistova O.M.

Ukhta State Technical University, Ukhta, e-mail: kmotryuk@yandex.ru

The sedimentary cover structure model agreed upon by geophysical fields allows for a high-level geological interpretation and helps to increase the efficiency of work aimed at identifying promising oil and gas zones. The structural-density model of the medium, with a given degree of accuracy satisfying the observed gravitational field, is formed by solving inverse problems of gravity exploration. The article discusses the choice of optimal parameters when solving inverse problems of gravity exploration based on the criteria approach using an iterative method of solution. A computational scheme of a solution algorithm with the introduction of a relaxation parameter is presented. In the program editor of geological and geophysical models of the GeoVIP medium, as an example, the profiles of the Verkhnepechorsky Depression and the Middle Pechorsky Transverse Rise were studied. The density-density modeling was performed by solving the inverse density problem of gravimetry. The dependence of the discrepancy between the observed and calculated fields on the calculation step is established. The optimal step for interpolation and solution was chosen taking into account the minimum value of the discrepancy and the calculation time – it should lie within the second quarter of the interval of the location of observation observation points. For structures of this type, methodological recommendations were developed for choosing the values of the optimality criterion, the interpolation step and solving the inverse problem by this method, as well as the optimal value of the residual.

Keywords: algorithm for solving the inverse problem of gravity exploration, optimality criterion, discrepancy between the observed and calculated fields, interpolation step, number of iterations, structural-density models

Формирование достоверных физико-геологических моделей сред изучаемых регионов является основой для выявления перспективных зон нефтегазоносности, что, в свою очередь, позволяет эффективно принимать решения о проведении поисковых геологоразведочных работ. Наличие согласованной с геофизическими полями модели строения осадочного чехла является важнейшим условием успешной геологической интерпретации. Построение необходимых для этого структурно-плотностных моделей исследуемой среды, с заданной степенью удовлетворяющей наблюденному гравитационному полю и соответствующих имеющимся представлениям о строении изучаемой площади, осуществляется решением обратных задач гравиразведки. В этой связи является важным выбор метода и параметров решения для получения наилучшего результата.

Цель исследования: определение оптимальных параметров решения обратной задачи гравиразведки в рамках критериального подхода с интегральным критерием оптимальности и итерационным методом решения.

Материалы и методы исследования

Процесс моделирования включает в себя решение обратных задач гравиразведки в двух постановках (поиск конфигурации структурного фактора и изучение аномального дифференцирования плотностных характеристик) [1–3]. Одним из наиболее эффективных подходов к решению обратной задачи является критериальный. В его основе лежит нахождение оптимального относительно заданного критерия оптимальности $J[\sigma, g]$ или $J[f, g]$ решения обратной задачи. В качестве нулевого приближения рассматривается модель g, а функционал J содержит дополнительную информацию о неоднородности данных или положении плотностных границ, на основе которых выполнялись построения [4; 5, с. 188–195]. Критерий обеспечивает доопределение решаемой задачи реконструкции изучаемого параметра, в нашем случае это или плотностные характеристики, или глубины залегания границ.

Плотностная задача гравиразведки

$$A\left[\sigma(\nu)\right] = \gamma\int_V \frac{\sigma(\nu)\,z\,dx\,dy\,dz}{\left[\left(x-x_0\right)^2+\left(y-y_0\right)^2+z^2\right]} = u_z\left(s_0\right),$$

$$J\left[\sigma(\nu)\right] = \left\|F\sigma(x)\right\|_{L_2(V)} = \int_V \frac{\left[\sigma(\nu)-\sigma^*(x)\right]}{\tau^2(\nu)} \to \min. \quad (1)$$

Для ее решения требуется найти такое распределение плотности $\sigma(\nu)$ по наблюдаемой $u_z(s_0)$, которая минимизирует $J[\sigma(\nu)]$ и удовлетворяет наблюдаемой $u_z(s_0) = u_z(x_0, y_0)$ с заданной степенью точности ε. Требуемая точность задается исходя из свойств исходных данных и цели последующего использования модели. Здесь ν – область нижнего полупространства (может быть и двумерная $\nu = s = (x, z)$, и трехмерная $\nu = (x, y, z)$), где необходимо найти распределение параметра, s_0 – область наблюдения поля u_z, γ – гравитационная постоянная. Параметр $\tau^2(\nu)$, входящий в конструкцию критерия оптимальности (1), можно интерпретировать как величину, связанную с априорной оценкой достоверности (среднеквадратичной погрешности построения) нулевого приближения $\sigma^*(\nu)$. В (1) имеются также F – линейный замкнутый оператор, F^* – сопряженный к F оператор.

Итерационный алгоритм построения сходящейся последовательности искомого параметра основан на принципе наискорейшего убывания невязки по полю, реализует вариационный принцип равномерной оптимизации заданной модели [6]. Для линейных задач, каковой является плотностная, вычислительная схема итерационного алгоритма последовательных приближений реализуется в форме

$$\sigma^{n+1}(\nu) = \sigma^n(\nu) + \alpha_n F^{-1}\xi^n\left(s_0\right);$$
$$\xi^n\left(s_0\right) = u_z\left(s_0\right) - A\sigma^n(\nu);$$
$$\sigma^0(\nu) = \sigma^*(\nu). \quad (2)$$

Здесь α_n – параметр релаксации, выбираемый по требованию скорейшего убывания невязки, при этом скорость убывания невязки обеспечивается следующим его значением:

$$\alpha_n = -\frac{\left\langle \xi^n\left(s_0\right) \middle| A_V F^{-1}\xi^n\left(s_0\right)\right\rangle}{\left\|A_V F^{-1}\xi^n\left(s_0\right)\right\|^2_{L_2}}. \quad (3)$$

Алгоритм (2, 3) монотонно сходится к решению уравнения (1). Критерием его остановки служит достижение требуемого уровня невязки $\left\|\xi^n\left(s_0\right)\right\|^2_{L_2}$.

Параметр, регулирующий свойства оптимальности, это оператор F^{-1} – обратный к F оператор. Он выражает априорные данные о строении изучаемой среды на момент очередного шага решения обратной задачи и может уточняться в процессе вычислений.

Следует помнить, что полученное решение является оптимальным лишь с точки зрения задаваемой модели и критерия. На самом деле мы получаем одно из допустимых, априори равноправных решений при других условиях. В зависимости от целей модель можно упростить или наполнить дополнительными данными и рассматривать решение в этих классах моделей. Выбор параметрической размерности (сложности) модели возмущающих объектов, согласованный с объемом априорной информации, является фактором, во многом предопределяющим качество решений обратных задач [7, 8].

Если решение плотностной задачи не дает удовлетворительных результатов, требуется уточнить расположение структурно-плотностных границ путем решения структурной задачи.

В структурной модели среды задаются плотности в N пластах и $N + 1$ границ $z_i = f_i(x, y)$, характеризующих глубину залегания z в зависимости от координат $s = (x, y)$ на поверхности, для двухмерного случая $s = x$. Координаты точек наблюдения $s_0 = (x_0, z_0)$. Вертикальное изменение плотности в структурной модели не допускается. Связь между структурными элементами – $f(s) = \{f_i(s), i = 0,..., N\}$, $\sigma(s) = \{\sigma_i(s), i = 0,..., N\}$ и «наблюдаемой» вертикальной производной гравитационного потенциала $u_z(s_0)$ в области S нижнего полупространства ($z > 0$) имеет вид

$$A(f(x), \psi_j) = \sum_{i=0}^{N} \int_a^b \Delta\sigma_i(x) \ln\left[(x - x_j)^2 + (f_i(x) - h_j)^2\right] dx = \frac{\Delta u_z(s_j)}{\gamma},$$

$$h_j = \psi(x_j),\ j = 0,..., M,\ \Delta\sigma_i(x) = \sigma_i(x) - \sigma_{i-1}(x),\ \sigma_0(x) = \sigma_{N+1}(x) = 0, \quad (4)$$

где [a, b] – профиль, вне которого границы выходят на асимптоты и их влияние (боковых зон) учитывается отдельным образом, $\psi = \{\psi(x_j)\}$ – высоты рельефа, в точках которого $s_j = (x_j, h_j = \psi(x_j))$ задано поле, M + 1 – количество точек наблюдения, $\Delta\sigma_i(x)$ – перепад плотности на контакте с номером i. Соотношение (4) в операторном виде вместе с критерием:

$$A[f(x)] = u_z(s_0),$$

$$J[f(x)] \to \min. \quad (5)$$

Можно считать, что для каждой точки профиля возможные глубины залегания границ образуют множество, где для каждых двух произвольно взятых глубин одной границы, z_1 и z_2, можно указать, какая из них наиболее предпочтительна, или они имеют одинаковый ранг (приоритет), в том числе ранг недопустимой глубины (например, на дневной поверхности или выше нее). Алгоритм (5) решения (1) строится аналогично случаю плотностной задачи.

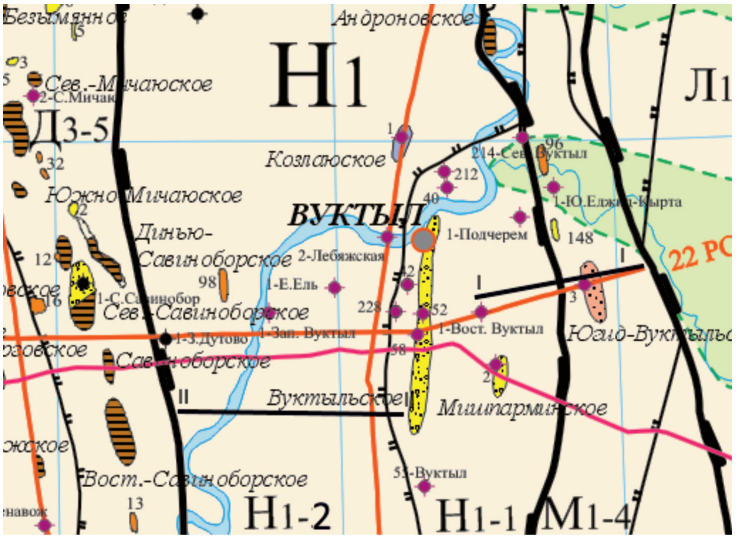
Проведем ряд экспериментов, позволяющих определить наилучшие параметры решения обратной плотностной задачи гравиразведки для получения оптимального результата при минимальной затрате времени для выбранного критерия и алгоритма (1–3). Решение будем проводить в программном редакторе геолого-геофизических моделей среды GeoVIP [4, 9].

Для исследований были выбраны два профиля, расположенные в различных структурно-тектонических зонах (рис. 1). Профиль I–I расположен в пределах восточного борта Верхнепечорской впадины и Среднепечорского поперечного поднятия, профиль II–II пересекает Печоро-Илычскую моноклиналь Верхнепечорской впадины, где по данным сейсморазведки выделяются рифогенные постройки. Рассматриваемая территория покрыта детальными гравиметрическими съемками масштаба 1:25 000 и 1:50 000. Анализ гравиметрических карт в пределах впадины показал, что среднеквадратическая ошибка определения аномалий Буге в пределах Верхнепечорской впадины составляет ±0,2–0,25 мГал. Учитывая погрешность съемок, можно полагать, что по их данным принципиально возможно выявление объекта, если гравитационный эффект от него превышает величину 0,2 мГал. Такой эффект на картах масштаба 1:25 000 и 1:50 000 будет проявляться в виде малоамплитудных аномалий, в основном в изгибах изоаномал. В последнее время исследователи ТПП особое внимание уделяют выделению органогенных построек как элементов, связанных с перспективами запасов нефти и газа. В нашем случае выделение на картах гравитационного поля и его трансформант рифов доманико-турнейского возраста, расположенных на глубинах 2500–3000 м, довольно проблематично. Тем не менее геоплотностное моделирование, основанное на решении обратных задач гравиразведки, в комплексе с данными сейсморазведки, позволяет выделить плотностные характеристики, связанные с литологическими неоднородностями осадконакопления.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим профиль I–I. Длина профиля 40000 м, глубина 13000 м. Для получения полезной информации об изучаемой территории длина профиля к его глубине должна относиться не менее чем 3:1. Для определения интересующих нас параметров имеются установленные погрешности [10] (табл. 1).

Для определения критериев оптимальности при решении обратных задач гравиразведки необходимо, чтобы искомое решение минимально отклонялось от заданного нулевого приближения с учетом различной степени достоверности его построения в задаваемых точках. Значения весового множителя задаются в пределах от 0 до 1.



$Н_1$ – Верхнепечорская впадина
$Н_{1-1}$ – Вуктыльская тектоническая пластина
$Н_{1-2}$ – Печоро-Илычская моноклиналь
$М_1$ – Среднепечорское поперечное поднятие
$М_{1-4}$ – Югид-Кыртинская антиклинальная зона
— профили I–I и II–II

Рис. 1. Схема расположения профилей

Таблица 1

Интервалы варьирования параметров и погрешностей гравиметрической съемки

Параметр	Значение
Масштаб отчетной карты	1:25 000
Сечение изоаномал, мГал	0,25
Средняя квадратическая погрешность определения аномалии Буге, мГал	±0,1
Средняя квадратическая погрешность определения наблюденных значений силы тяжести, мГал	±0,06
Полная погрешность интерполяции, мГал	±0,2
Средняя квадратическая погрешность определения высот, м	±0,350
Средняя квадратическая погрешность определения координат пунктов относительно Государственной геодезической сети, м	±20
Число пунктов на 1 км^2	12–16
Расстояния между пунктами при наблюдениях по профилям, м	50–250

Исследования проводились с учетом следующих начальных параметров:

Максимальная глубина исследований – h_{max} = 13 000 м = 13 км;

Глубина залегания рассматриваемой плотностной неоднородности – h (км);

Вспомогательный коэффициент $\beta = 1/h_{max} = 1/13$;

Значение критерия – $k = \beta h = (1/13) h$.

Интегральные критерии оптимальности и, в частности, имеющие вид квадратичной формы, отражают усредненные характеристики искомого решения. В случае имеющихся сведений о высокой степени достоверности информации, используемой при начальном построении, таких как данные бурения, ГИС, лабораторных исследований, критерий оптимальности можно уменьшить, а если имеется недостаток данных, то значение его необходимо увеличить. В частности, в пределах территории, достаточно разбуренной поисковыми скважинами, параметр критерия оптимальности берется близким к 0, а по мере удаления от таких мест – к 1. Исходя из этих соображений, для плотностной задачи критерий был пересмотрен.

Обратная задача решена для профиля I–I (длина L = 40000 м) до пяти итераций (табл. 2) со следующими параметрами:

Δx – шаг интерполяции границ и решения прямой и обратной задач (м);

d – количество интервалов по профилю: $d = L/\Delta x$ или $d = [L/\Delta x] + 1$;

$\delta_{пр}$ – невязка при решении прямой задачи (мГал);

$\delta_{обр}$ – невязка при решении обратной задачи (мГал);

T – время решения обратной задачи для пяти итераций и соответствующем шаге (с).

Таблица 2

Зависимость невязки при решении обратной плотностной задачи от Δx для 5 итераций (профиль I–I)

	$L = \Delta x^* d, d \in N$								$L \approx \Delta x^* d, d \in N$				
Δx, м	50	80	100	125	160	200	250	320	176	227	285	300	350
d	800	500	400	320	250	200	160	125	227	177	140	133	114
T, с	183	41	29	19	17	8	6	6	11	9	6	6	5
Δz, м	50	100	100	125	150	200	250	300	150	200	250	320	320
$\delta_{пр.}$ мГал	6,00	6,01	5,88	5,69	5,58	5,56	5,53	5,24	9,21	8,99	12,02	12,37	11,86
$\delta_{обр.}$ мГал	0,26	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,48	0,55	0,57	1,01	1,07	1,08

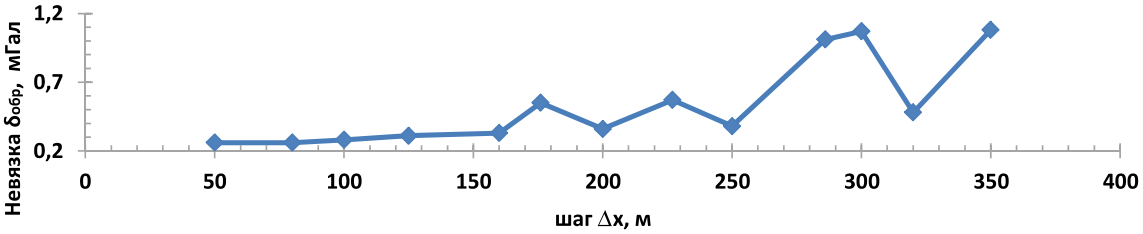


Рис. 2. График зависимости $\delta_{обр} = \delta_{обр}(\Delta x)$ для пяти итераций решения обратной задачи для профиля I–I для шага Δx: $L \approx \Delta x^* d$

Шаг интерполяции по глубине Δz выбирается соразмерно шагу Δx. Следует отметить, что шаг интерполяции при решении прямой и обратной задач гравиразведки должен быть одинаков, иначе алгоритм может привести к ухудшению результата, т.е. увеличению значений невязок.

На рис. 2 показан график зависимости невязки при решении обратной задачи от произвольного шага.

По полученным результатам можно утверждать, что алгоритм расчета неустойчив относительно произвольного шага. Поэтому следует выбирать Δx: $L = \Delta x^* d$, $d \in N$. В табл. 3 приведена полученная зависимость такого шага и числа итераций. Оптимальным шагом, соответствующим минимальному числу итераций при условии минимизации времени расчета обратной задачи, следует считать 100 м.

Таблица 3

Зависимость количества итераций (It – количество итераций) для достижения удовлетворительной невязки 0,25 мГал при решении обратной плотностной задачи от Δx

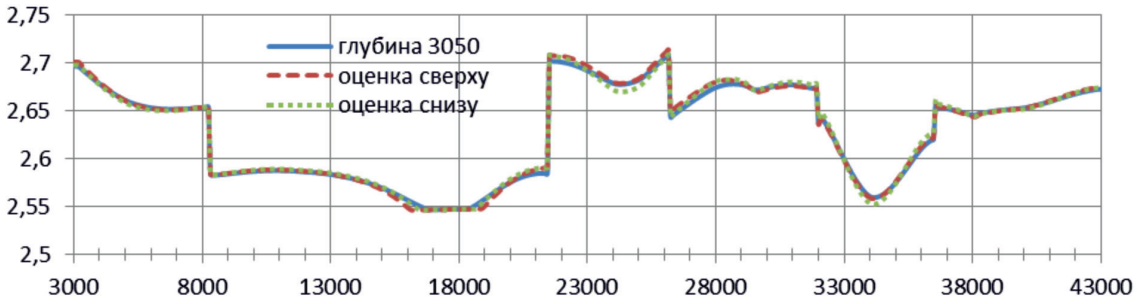
Δx	50	80	100	125	160	200	250	320
It	7	7	7	9	9	11	13	17

Для невязки 0,125 мГал количество итераций увеличилось в несколько раз. Для теста была решена обратная плотностная задача для шага 80 м и 100 м. Количество итераций для этих шагов увеличилось с 7 (невязка 0,25 мГал) до 25 и 29 соответственно для невязки 0,125 мГал. Анализ результатов экспериментов показал, что оптимальной надо считать невязку 0,25 мГал.

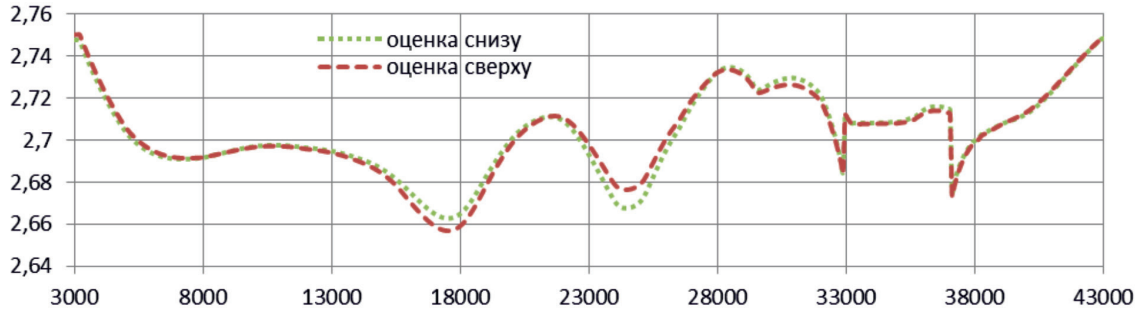
Решение обратной плотностной задачи гравиразведки для начальной модели, построенной по имеющимся данным бурения, сейсморазведки и по заданным плотностным характеристикам комплексов горных пород, для оптимального выбранного значения шага Δx, равного 100 м, количества итераций – 7, выявило невязку между наблюденным и рассчитанным полем до 6 мГал, после решения обратной задачи – порядка 0,24 мГал.

Далее осложним наблюдаемое поле помехой в пределах 10% имеющихся значений. Для наглядности полученные интервалы изменения плотностных характеристик покажем на срезах 3000 м (рис. 3, а) и 5000 м (рис. 3, б).

Максимальная невязка между верхней и нижней границами плотностей на данных срезах соответственно равна 0,00886 г/см^3 и 0,00880 г/см^3. Таким образом, результаты показывают, что наличие погрешности поля в 10% для данной модели практически не влияет на плотностные характеристики. Погрешность зависит и от глубины исследования, но так как в нашем случае значения критерия на указанных глубинах равны с точностью до сотых, то максимальная невязка почти не отличается.



а)



б)

Рис. 3. Варьирование плотностных характеристик по профилю I–I на глубине: а) 3000 м; б) 5000 м

Таблица 4

Зависимость невязки при решении обратной плотностной задачи для профиля II–II от Δx для пяти итераций

	$L = \Delta x^* d, d \in N$								$L \approx \Delta x^* d, d \in N$		
Δx, м	50	100	125	200	220	250	275	440	81	174	316
d	1100	550	440	275	250	220	200	125	679	316	174
T, с	300	45	26	12	11	8	8	5	68	16	8
Δz, м	50	100	125	200	200	250	250	300	100	150	300
$\delta_{пр}$, мГал	10,34	10,37	10,34	10,44	10,44	10,47	10,49	10,54	10,34	10,1	10,06
$\delta_{обр}$, мГал	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,43	0,44	0,79	0,52	0,98	0,85

Рассмотрим профиль II–II. Проведем такие же исследования для профиля II–II (длина L = 55000 м) до пяти итераций с критерием, установленным аналогично случая с профилем I–I (табл. 4). Для невязки 0,125 мГал количество итераций увеличилось в несколько раз. В этом случае решение прямой задачи гравиразведки для начальной модели, построенной по имеющимся данным бурения, сейсморазведки и по заданным плотностным характеристикам комплексов горных пород, при значении шага Δx = 125 м, выявило невязку между наблюденным и рассчитанным полем до 10,34 мГал.

Для получения оптимальных значений невязки 0,117 мГал было проведено 16 итераций (табл. 5). После решения обратной задачи с количеством итераций, равным 8, невязка составила 0,22 мГал. Анализ выполненных операций позволил выбрать шаг Δx = 125 м и невязку 0,25 мГал.

Таблица 5

Зависимость количества итераций (*It* – количество итераций) для достижения удовлетворительной невязки 0,25 мГал при решении обратной плотностной задачи для профиля II–II от Δx

Δx	50	100	125	200	220	250	275	440
It	8	8	8	9	10	8	10	117

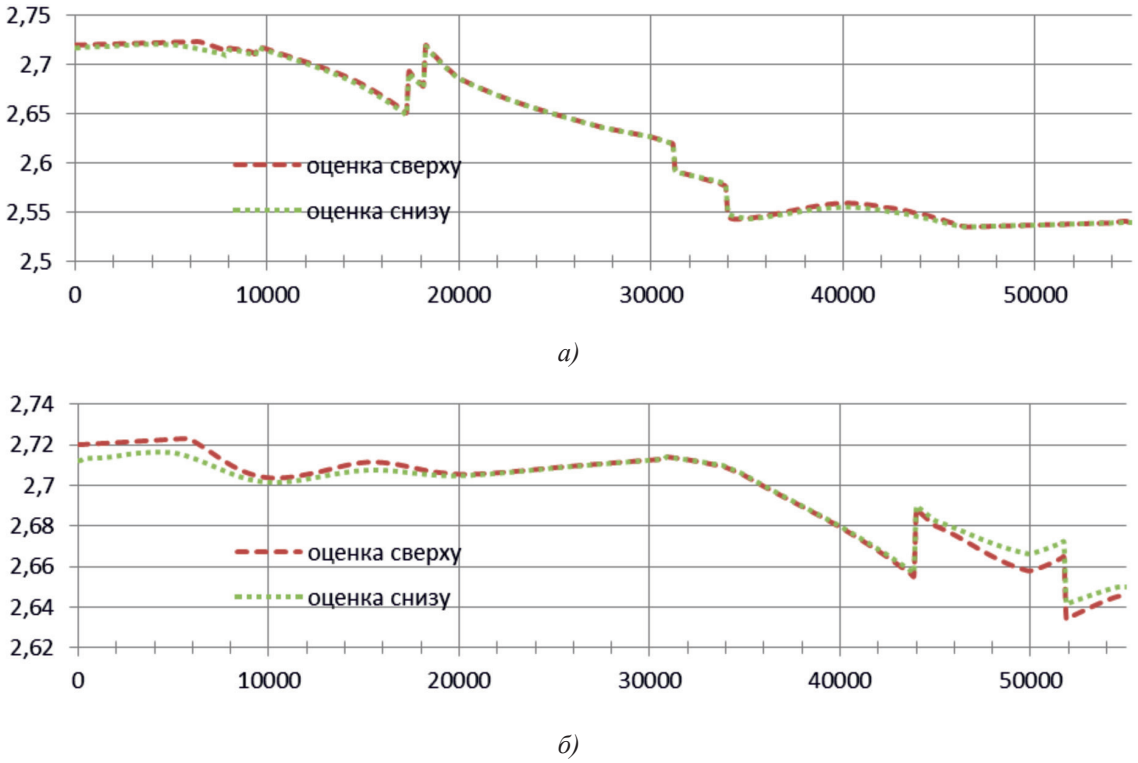


Рис. 4. Варьирование плотностных характеристик по профилю II–II на глубине: а) 3000 м; б) 5000 м

Далее осложним наблюдаемое поле помехой в пределах 10% имеющихся значений (рис. 4, а, б). Максимальноая невязка между верхней и нижней границей плотностей на срезах 3000 м и 5000 м составила соответственно 0,007447 г/см^3 и 0,008879 г/см^3.

Результаты проведенных исследований показывают, что наличие погрешности поля в 10% практически не влияет на плотностные характеристики. Это подтверждает утверждение о том, что погрешности такого порядка не несут серьезных изменений в построенных моделях.

Следует помнить, что полученное решение является оптимальным лишь с точки зрения задаваемой модели и критерия. Все эксперименты проводились с постоянными первоначально заданными значениями параметров. На эффективность исследований в зависимости от решаемых геологических задач значительно влияет масштаб съемки, степень изученности, наличие информации о геологическом строении. В сложных структурно-тектонических зонах упрощенные модели иногда предпочтительней, чем сложные, относительно выбранного критерия качества решения. В любом случае объем априорной информации напрямую влияет на допустимую сложность задаваемой модели.

Полученные результаты решения обратной плотностной задачи гравиразведки соответствуют необходимой точности, поэтому структурная задача не решалась.

Перейдем к описанию полученных моделей.

Профиль I–I (рис. 5) пересекает разные структурно-тектонические зоны – восточный борт Верхнепечорской впадины и Югид-Кыртинскую зону Среднепечорского поперечного поднятия. Характер распределения гравитационного поля в пределах изучаемого профиля соответствует тектоническим элементам.

Западная часть профиля характеризуется отрицательными значениями гравитационного поля, которые связаны с большой мощностью теригенных пород и понижением основной гравитирующей границы – кровли карбонатов. Восточная часть – Югид-Кыртинская антиклинальная зона отображается в наблюденном поле максимумами поля силы тяжести. Распределение изолиний плотности осадочного чехола на расчетной модели довольно рельефно. В пределах Верхнепечорской впадины отмечаются зоны повышенной плотности – пикеты 9000–12000 и зоны разуплотнений – пикеты 17000–18000. В западной части профиля на геоплотностном разрезе хорошо выделяется надвиг Югид-Вуктыльской структуры. Значения плотности отложений верхнего девона составляют 2,68–2,72 г/см^3, в поро-

дах среднего девона – 2,60–2,65 г/см^3. Отмечаются области разуплотнений в поднадвиговой части разреза. Породы фундамента характеризуются высокими значениями плотностей, от 2,85 до 2,92 г/см^3.

На рис. 6 показан результат решения обратной задачи гравиразведки в классе распределения плотностей по профилю II–II, расположенному в пределах Печоро-Илычской моноклинали от западного ее борта (месторождение Восточный Савинобор) до Вуктыльской складки. Гравитационное поле характеризуется понижением значений с запада на восток и хорошо коррелирует с поведением подошвы терригенных отложений. На геоплотностном разрезе ярко выраженной литолого-физической границей отмечается кровля карбонатного доманиково-нижнепермского комплекса, плотности отложений которого колеблются от 2,65 до 2,71 г/см^3.

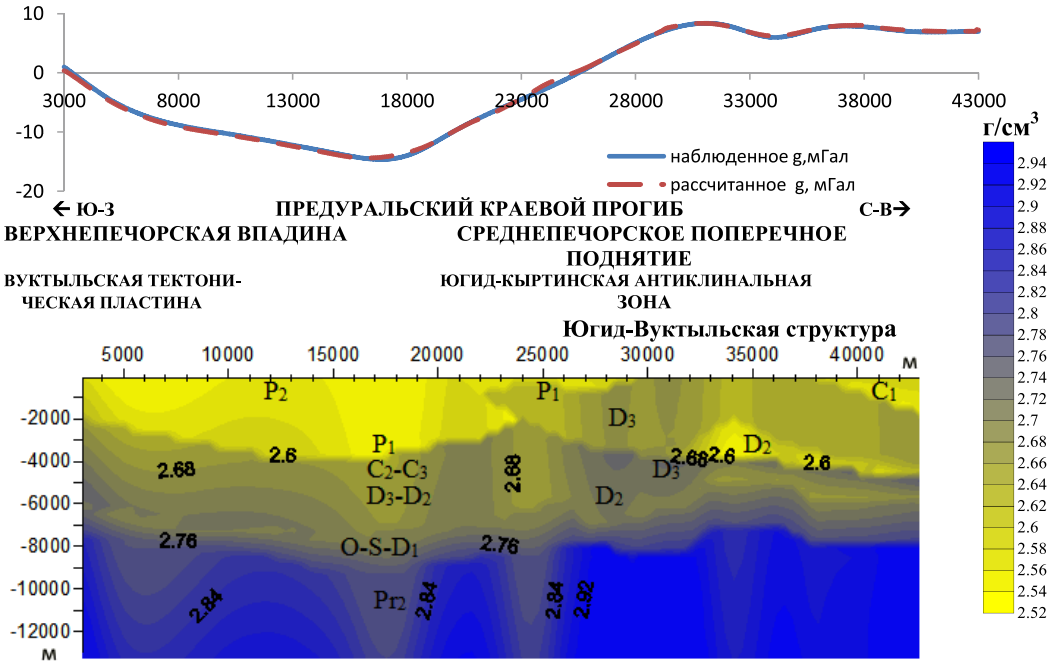


Рис. 5. Геоплотностная модель по профилю I–I. Решение обратной плотностной задачи. Невязка 0,25 мГал и семи итераций

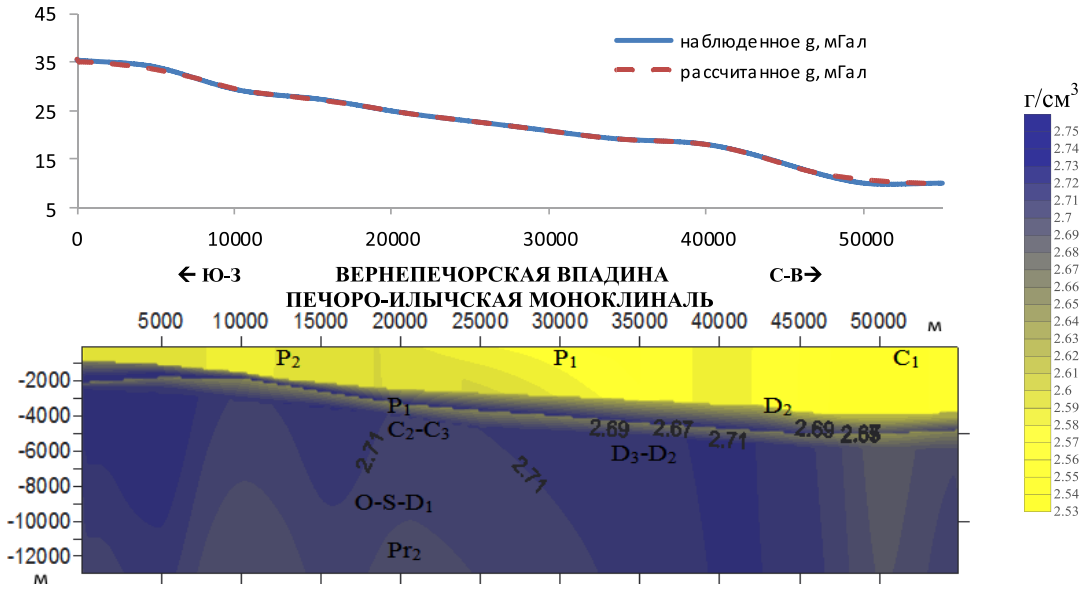


Рис. 6. Геоплотностная модель по профилю II–II. Невязка 0,22 мГал и восьми итераций

Плотности пород верхнего терригенного комплекса варьируют в пределах 2,55–2,60 г/см^3, уменьшаясь в восточном направлении. Интересующих нас объектов доманиково-нижнепермского комплекса, в виде плотностных неоднородностей, т.е. зон разуплотнений или объектов с повышенными плотностными свойствами, связанными с рифогенными постройками, не выявлено. Породы, залегающие ниже, характеризуются дифференциацией плотностей от 2,71 до 2,75 г/см^3.

Выводы

На качество построенных нулевых приближений моделей сред, в том числе не осложненных резкими перепадами границ и плотностей, в первую очередь влияет качество и количество исходной информации. Это же определяет и сложность модели. Дальнейшая работа состоит в уточнении начальных построений и зависит от выбранного метода решения.

В случае решения обратной плотностной задачи гравиразведки итерационным методом с использованием интегрального критерия оптимальности, в тех областях, где относимся к имеющимся данным с высокой степенью доверия, этот весовой множитель берем близким к 0, а в случае недостатка информации или если она не подтверждена – к 1. Кроме того, в каждом задаваемом слое задаются возможные интервалы изменения плотностей. При выборе этого параметра интерпретатору придется самому оценить данные и в случае необходимости вносить поправки после первых шагов решения обратной задачи и в нулевое приближение к решению, и в значения критерия.

Для случая детальных гравиметрических съемок масштаба 1:25 000 и 1:50 000 при решении выбранным методом двумерных задач при расположения рядовых пунктов съемки 50 м – 250 м, шаг решения обратной задачи и интерполяции следует выбирать в пределах второй четверти интервала интервала 50 м – 250 м, и он должен целое число раз укладываться в длине профиля. В этом случае достигается минимум невязки полей с учетом минимизации времени расчета.

Установлено, что оптимальная невязка наблюденного и рассчитанного полей, где построенная модель соответствует наблюденному полю именно с этой погрешностью, должна соответствовать сечению изоаномал 0,25 мГал. Уменьшение невязки не влияет на достоверность модели, а только ведет к увеличению временного интервала вычислений и количества итераций.

Результаты экспериментов позволяют утверждать, что погрешность (помехи) в значениях наблюденного поля в пределах 10% не несут серьезных изменений в построениях. Для приведенного примера при интервале плотностей 2,53–2,94 г/см^3 максимальная невязка плотностей не превышает 0,007–0,009 г/см^3.

Выработанные рекомендации можно использовать для решения обратных задач гравиразведки в рамках критериального подхода с интегральным критерием оптимальности и итерационным методом решения для площадей со схожей структурой.

Список литературы

1. Гравиразведка. Справочник геофизика / Под ред. Е.А. Мудрецовой. М.: Недра, 1981. 397 с.

2. Кобрунов А.И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике. Избранные главы: учебное пособие. Ч. 2. Системный анализ и моделирование в условиях неопределенности. Ухта: УГТУ, 2014. 154 с.

3. Freeden W., Nashed M.Z. Operator-theoretic and regularization approaches to ill-posed problems. GEM-International Journal on Geomathematics. 2018. № 9/1. P. 1–115.

4. Вельтистова О.М., Мотрюк Е.Н. Современные отечественные программные комплексы интерпретации гравимагнитных данных // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2013. № 3 (15). С. 70–80.

5. Кобрунов А.И., Мотрюк Е.Н. Критерии оптимальности при решении обратных задач геофизики // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: сборник научных трудов. Вып. 1 (46). Пермь: ГИ УрО РАН, ПГНИУ. 2019. 433 с.

6. Мотрюк Е.Н. Технология и методика объемной реконструкции геоплотностных моделей: монография. Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 128 с.

7. Балк П.И. Априорная информация и допустимая сложность модели аномалиеобразующих объектов при решении обратных задач гравиразведки // Физика земли. 2013. № 2. С. 13–25.

8. Балк П.И., Долгаль А.С., Балк Т.В., Христенко Л.А. Использование информации о помехах в монтажных технологиях интерпретации гравитационных аномалий // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: материалы 44-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского (г. Москва, 23 января – 27 января 2017 г.). М.: ИФЗ РАН, 2017. С. 38–42.

9. Куделин С.Г., Барабанов М.И., Кобрунов А.И. Технология интегрированного физико-геологического моделирования на основе системной инверсии // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. 2012. № 4/269. С. 22–28.

10. Инструкция по гравиразведке / Под ред. К.Е. Веселова и др. М.: Недра, 1980. 89 с.

УДК 519.248

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

Носова М.Г., Садыков В.Д.

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Томск, e-mail: nosovamgm@gmail.com

Разработана и исследована математическая модель процесса потребления вычислительных ресурсов при выполнении пользовательских задач при условии применения технологии виртуальных машин с целью повышения эффективности использования вычислительных ресурсов. Математическая модель представлена в виде бесконечно линейной системы массового обслуживания с простейшим входящим потоком заявок и экспоненциальным временем обслуживания их на приборах. Процесс функционирования такой системы определяется двумя случайными процессами: числом обсуживаемых запросов и объемом свободных ресурсов. Исследование этих двух процессов выполнено методами теории массового обслуживания. Получена система дифференциальных уравнений, определяющая распределение вероятностей числа обслуживаемых и поступивших запросов. Найден аналитический вид характеристической функции объема свободных ресурсов. Методом моментов найдены основные вероятностные характеристики величины объема свободных ресурсов, а именно математическое ожидание и дисперсия. Предложенная математическая модель процесса потребления вычислительных ресурсов при выполнении пользовательских задач в виде бесконечно линейной системы массового обслуживания с простейшим входящим потоком заявок и экспоненциальным временем обслуживания их на приборах позволяет оценивать процесс изменения объема свободных ресурсов виртуальной машины во времени и анализировать параметры ее производительности.

Ключевые слова: система массового обслуживания, математическое моделирование, виртуальный сервер, оптимизация, виртуальная машина, потребление памяти

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A MATHEMATICAL MODEL FOR THE PROCESS OF CONSUMPTION OF COMPUTER RESOURCES WHEN APPLYING THE VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY

Nosova M.G., Sadykov V.D.

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, e-mail: nosovamgm@gmail.com

A mathematical model of the process of consuming computing resources while performing user tasks provided that virtual machine technology is used to increase the efficiency of using computing resources has been developed and investigated. The mathematical model is presented in the form of an infinitely linear queuing system with a simple incoming flow of applications and exponential service time for them on the devices. The process of functioning of such a system is determined by two random processes: the number of discussed requests and the number of free resources. The study of these two processes was carried out using the methods of queuing theory. A system of differential equations is obtained that determines the probability distribution of the number of serviced and received requests. The analytical form of the characteristic function of the volume of free resources is found. Using the method of moments, the main probabilistic characteristics of the number of free resources, namely the mathematical expectation and variance, are found. The proposed mathematical model of the process of consuming computing resources when performing user tasks in the form of an infinitely linear queuing system with the simplest incoming flow of applications and their exponential service time on devices allows us to evaluate the process of changing the amount of free resources of a virtual machine in time and analyze its performance parameters.

Keywords: queuing system, mathematical modeling, virtual server, optimization, virtual machines, memory consumption

Научно-технический прогресс влечет широкое внедрение информационных технологий во все области жизнедеятельности общества. Современные информационные системы осуществляют не только обработку данных, но поддержку различных сервисов и приложений, предоставляющих доступ конечным пользователям. Одной из проблем современных высоконагруженных информационных систем является потребность в больших объемах вычислительных ресурсов. Для обеспечения непрерывного доступа к информационным системам требуется решить проблему эффективного распределения между сервисами ограниченного объема ресурсов [1].

На сегодняшний день существует множество предприятий с корпоративной сетью, состоящей из большего числа конечных рабочих мест пользователей и серверного парка. Для рабочих мест пользователей выделяются компьютеры, которые чаще всего уступают по техническим характеристикам компьютерам, используемым в парке серверов. За счет использования множества приложений и размещения данных, в том числе не относящихся к работе, пользователи рабочих мест полностью загружают процессор и занимают все дисковое пространство компьютера. Для удовлетворения постоянно меняющихся бизнес-требований организации должны инвестировать боль-

ше времени и бюджета для масштабирования ИТ-инфраструктуры. Однако достижение этой цели за счет собственных средств и инвестиций не только не является экономически эффективным, но и организации не смогут обеспечить оптимальное использование ресурсов. Эти проблемы вынудили компании искать некоторые новые альтернативные технологические решения. Одной из таких современных технологий являются облачные вычисления на виртуальных машинах, которые направлены на увеличение вычислительной мощности и позволяют функционировать нескольким операционным системам вместе со всеми ее службами на одном физическом компьютере.

Виртуальная машина – виртуальная среда, которая функционирует как виртуальная компьютерная система с собственным процессором, памятью, сетевым интерфейсом и хранилищем, созданная на физическом аппаратном комплексе (расположенном за пределами или в локальной среде). Технология виртуализации позволяет совместно использовать систему со многими виртуальными средами. Гипервизор управляет оборудованием и отделяет физические ресурсы от виртуальных сред. Ресурсы секционируются по мере необходимости от физической среды до виртуальных машин. Когда виртуальная машина запущена, и пользователь или программа направляет запрос, требующий дополнительных ресурсов из физической среды, гипервизор адресует запрос к ресурсам физической системы, чтобы операционная система и приложения виртуальной машины могли получить доступ к общему пулу физических ресурсов. Благодаря применению технологии виртуальных машин серверный парк может быть существенно оптимизирован, что в итоге приведет к уменьшению объема используемых ресурсов и соответственно затрат на их поддержку.

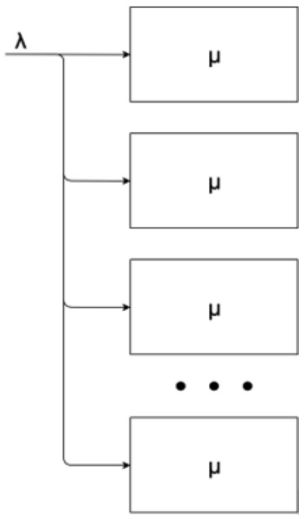
В связи с этим целью данной работы является разработка и исследование математической модели процесса потребления основных вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин с целью повышения эффективности их использования.

Модели и методы теории массового обслуживания широко применяются при решении задач о распределения ресурсов [2–6]. В [2] разработана и анализирована облачная архитектура в виде двух систем массового обслуживания, показано, что такие модели могут быть очень полезными для настройки производительности. В [3] представлена модель для анализа производительности, подходящая для исследования качества услуг облачного сервиса, с использованием взаимодействующих стохастических моделей. Автор рассмотрел влияние различных параметров, включая скорость прибытия, время обслуживания запросов и его размер. В [4] представлена модель в виде системы массового обслуживания с высокоинтенсивным входящим потоком запросов. Такая модель более реалистична, так как учитывает свойства поступающих запросов и характеристики облачного центра. Авторы описали новое аналитическое приближение для оценки производительности центра облачных вычислений. В [5] представлен обзор моделей облачных вычислений с использованием систем массового обслуживания с различными механизмами распределения ресурсов. Несмотря на обширный обзор моделей в [5], эти модели не являются исчерпывающими, они мотивируют и открывают исследователям еще больше идей для моделирования с использованием систем массового обслуживания.

В работе предлагается новая модель для исследования процесса потребления вычислительных ресурсов при выполнении пользовательских задач виртуальными машинами.

Математическое описание модели

В качестве математической модели процесса потребления виртуальной машиной вычислительных ресурсов при обработке запросов пользователей рассмотрим бесконечно линейную систему массового обслуживания M|M|∞ [7]. На вход системы M|M|∞ поступает простейший поток запросов интенсивности λ, при этом время обслуживания запросов пользователей распределено по экспоненциальному закону с параметром μ (рисунок).



Система массового обслуживания M/M/∞

При поступлении запроса пользователя (заявки) на виртуальную машину (система) для его обслуживания выделяется некоторый объем вычислительных ресурсов (например, оперативной памяти), которые полностью освобождаются, когда запрос покидает систему. Если в момент поступления запроса недостаточно ресурсов у виртуальной машины для его обработки, запрос пользователя теряется.

Процесс функционирования системы можно описать двумя случайными процессами: число обсуживаемых запросов $k(t)$ и объем свободных ресурсов $S(t)$. Будем считать, что потенциальный поток запросов пользователей к виртуальной машине является бесконечным.

Рассмотрим процесс изменения состояний случайных процессов $k(t)$ и $S(t)$ с течением времени t. Изменение числа обслуживаемых запросов и объема свободных вычислительных ресурсов происходит в следующих случаях:

1) на виртуальную машину поступает новый запрос. Вероятность того, что за время Δt на виртуальную машину поступит новый запрос, определяется по формуле:

$$\lambda\Delta t + o(\Delta t). \qquad (1)$$

Очевидно, что каждый новый запрос связан с захватом некоторого объема ресурсов φ для его обработки. Размер φ является случайной величиной с функцией распределения $F_{\varphi}(x)$ и моментами $M\{\varphi\} = a_1$ и $M\{\varphi^2\} = a_2$;

2) в случайный момент времени запрос полностью обрабатывается виртуальной машиной.

Продолжительность обработки запроса определяется функцией распределения:

$$F(x) = 1 - e^{-\mu t}. \qquad (2)$$

После обработки запрос с интенсивностью μ покидает виртуальную машину независимо от продолжительности обслуживания других запросов. Тогда за время Δt запрос покидает машину с вероятностью:

$$k\mu\Delta t + o(\Delta t). \qquad (3)$$

Каждый обслуженный запрос освобождает ресурсы некоторого объема η. Размер η является случайной величиной с функцией распределения F_{η} и с моментами $M\{\eta\} = c_1$ и $M\{\eta^2\} = c_2$.

Будем предполагать, что при завершении обработки пользовательского запроса вычислительные ресурсы освобождаются полностью, т.е. в том объеме, в котором они были захвачены изначально. Тогда в данных предположениях, очевидно, $a_1 = c_1$, а $a_2 = c_2$.

Определим $i(t)$ как случайный процесс, который характеризует число пришедших запросов за время t, а $l(t)$ – число запросов, завершающих обслуживание в момент времени t. Отсюда следует, что изменение объема свободных ресурсов можно описать выражением:

$$V(t) = -\sum_{i=1}^{i(t)}\varphi + \sum_{l=1}^{l(t)}\eta. \qquad (4)$$

Тогда общий объем ресурсов сервера составит:

$$\tilde{V}(t) = V(0) + V(t),$$

где $V(0)$ – начальный объем свободных вычислительных ресурсов.

В дальнейшем, применяя методы теории массового обслуживания [7], а также подход, подробно описанный в [8, 9], проведено исследование двумерного процесса $\{l(t)i(t)\}$. Данный подход включает следующие этапы.

Этап 1. Составляется система дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний. При составлении системы используется следующее правило. В левой части уравнения стоит производная вероятности i-го состояния. В правой части – сумма произведений вероятностей всех состояний на интенсивности соответствующих потоков событий, минус суммарная интенсивность всех потоков, выводящих систему из данного состояния, умноженная на вероятность данного (i-го состояния). Уравнения Колмогорова дают возможность найти все вероятности состояний как функции времени.

Этап 2. Производится переход от рассмотрения распределения вероятности к его производящей функции. Из системы дифференциальных уравнений Колмогорова записывается дифференциальное уравнение в частных производных первого порядка для производящей функции.

Этап 3. Методом характеристик находится решение дифференциального уравнения, полученного на этапе 2, и записывается аналитический вид производящей функции.

Этап 4. В теории вероятностей и статистике характеристическая функция любой случайной величины полностью определяет ее распределение вероятностей. Характеристическая функция обеспечивает основу альтернативного маршрута для аналитических результатов по сравнению с работой непосредственно с функциями плотности вероятности или функциями распределения. На этом этапе производится переход от рассмотрения производящей функции к рассмотрению характеристической функции. Записывается аналитический вид характеристической функции.

Этап 5. Используя тот факт, что производная *k*-го порядка в нуле от характеристической функции равна начальному моменту *k*-го порядка, умноженному на *k*-ю степень мнимой единицы, находятся моменты первого и вторых порядков (математическое ожидание и дисперсия).

Продемонстрируем ключевые моменты этапов исследования.

Для распределения вероятностей $P(i,l,t)=P\{i(t)=i,l(t)=l\}$ составлена система дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\frac{\partial P(i,l,t)}{\partial t}=-(\lambda+l\mu)P(i,l,t)+\lambda P(i-1,l-1,t)+(l+1)\mu P(i,l+1,t).$$

Откуда для производящей функции вида

$$F(x,y,t)=\sum_{i=0}^{\infty}\sum_{l=0}^{\infty}x^i y^l P(i,l,t)$$

с начальными условиями

$$F(x,y,0)=\begin{cases}1, & l=i=0\\ 0, & \text{в остальных}\end{cases}$$

получено обыкновенное дифференциальное уравнение в частных производных первого порядка:

$$\frac{\partial F(x,y,t)}{\partial t}=-\lambda F(x,y,t)-\mu y\frac{\partial F(x,y,t)}{\partial y}+\lambda xyF(x,y,t)+\frac{\mu\partial F(x,y,t)}{\partial y},$$

решая которое, запишем

$$F(x,y,t)=\exp\left\{-\frac{\lambda(x-1)(y-1)}{\mu}e^{-\mu t}-\frac{\lambda}{\mu}(y-1)e^{-\mu t}\right\}\times$$

$$\times\exp\left\{\frac{\lambda}{\mu}(x-1)(y-1)+\lambda(x-1)t+\frac{\lambda}{\mu}(y-1)\right\}.$$

В результате определен вид производящей функции двумерного распределения $P(i,l,t)=P\{i(t)=i,l(t)=l\}$. Объем свободных вычислительных ресурсов в произвольный момент времени вычисляется по формуле (4). Характеристическая функция этой величины имеет вид:

$$H(u,t)=M\left(e^{-uV(t)}\right)=F(\varphi(u),\eta(u),t)=$$

$$=\exp\left\{\frac{\lambda}{\mu}\varphi(u)(\eta(u)-1)(1-e^{-\mu t})-\lambda(\varphi(u)-1)t\right\},$$

где $\varphi(u)=Me^{ju\varphi_i}$ – характеристическая функция величины φ_i, $\eta(u)=Me^{ju\eta_i}$ – характеристическая функция величины η_i, j – мнимая единица.

Для нахождения вероятностных характеристик математической модели был применен метод моментов, изложенный в [6].

Нахождение вероятностных характеристик числа обслуживаемых запросов

Зная, что производная первого порядка в нуле от характеристической функции равна начальному моменту первого порядка, умноженному на первую степень мнимой единицы, найдем среднее значение свободных ресурсов для виртуальной машины:

$$\frac{1}{j}\frac{\partial H(u,t)}{\partial u}\bigg|_{u=0}=MV(t).$$

Учитывая, что:

$$\varphi(u)\big|_{u=0}=1,\qquad \eta(u)\big|_{u=0}=1,$$

$$\varphi'(u)\big|_{u=0}=-ja_1,\qquad \varphi_2''(u)\big|_{u=0}=j^2a_2,$$

$$\eta'(u)\big|_{u=0}=-jc_1,\qquad \eta''(u)\big|_{u=0}=j^2c_2,$$

проведя несложные преобразования, нашли:

$$MV(t)=\frac{\lambda}{\mu}c_1\left(1-e^{-\mu t}\right)+\lambda a_1 t,$$

$$M\tilde{V}(t)=V(0)+MV(t),$$

где $V(0)$ – начальный объем свободных ресурсов.

Проведя аналогичные операции для определения второго начального момента, найдем дисперсию:

$$\mathcal{D}\tilde{V}(t)=MV^2(t)-\left(MV(t)\right)^2=\frac{1}{j^2}\frac{\partial^2 H(u,t)}{\partial^2 u}\bigg|_{u=0}-\left(MV(t)\right)^2=$$

$$=\frac{\lambda}{\mu}c_2\left(1-e^{-\mu t}\right)-2\frac{\lambda}{\mu}a_1c_1\left(1-e^{-\mu t}\right)-\lambda a_2 t.$$

Учитывая, что вычислительные ресурсы освобождаются полностью, когда запрос покидает систему, т.е. $a_1=c_1$, а $a_2=c_2$, запишем итоговые выражения:

$$MV(t)=a_1\left(\frac{\lambda}{\mu}\left(1-e^{-\mu t}\right)+\lambda t\right), \tag{5}$$

$$M\tilde{V}(t)=V(0)+MV(t),$$

где $V(0)$ – начальный объем свободных вычислительных ресурсов,

$$\mathcal{D}\tilde{V}(t)=a_2\left(\frac{\lambda}{\mu}\left(1-e^{-\mu t}\right)-\lambda t\right)-2\frac{\lambda}{\mu}a_1{}^2\left(1-e^{-\mu t}\right). \tag{6}$$

Результатом этого раздела являются выражения (5) и (6), определяющие вероятностные характеристики величины объема свободных ресурсов, а именно математическое ожидание и дисперсию.

Заключение

В данной статье была разработана математическая модель процесса потребления ресурсов при обработке пользовательских запросов виртуальной машиной в виде системы массового обслуживания с неограниченным числом обслуживающих приборов, с простейшим входящим потоком заявок и экспоненциальным временем обслуживания их на приборах. Определены вероятностные характеристики величины объема свободных ресурсов сервера, а именно математическое ожидание и дисперсия.

С опорой на полученные в данной работе результаты в дальнейшем планируется усложнить данную модель, тем самым приблизив её максимально к реальным процессам, что создаст базу для дальнейшего изучения работы с ресурсами виртуальной машины с целью повышения эффективности их использования.

Список литературы

1. Гусев О.В., Жуков А.В., Поляков В.В., Поляков С.В. Проблема адекватной оценки производительности веб-серверов в корпоративных сетях на предприятиях ЦБП //

Новые информационные технологии в ЦБП и энергетике: материалы 6-й научно-технической конференции (Петрозаводск, 20–24 сентября 2004 г.). Петрозаводск: АО Metso-Automation, 2004. С. 84-87.

2. Vilaplana J., Solsona F., Teixido I., Mateo J., Abella F., Rius J. A queuing theory model for cloud computing. The Journal of Supercomputing. 2014. vol. 69 (1). P. 492–507.

3. Khazaei H., Misic J., Misic V.B. A fine-grained performance model of cloud computing centers. IEEE Transactions on parallel and distributed systems. 2012. vol. 24(11). P. 2138–2147.

4. El Aattar M., Hanini M., Oumellal F., Zaaloul A., Haqiq A. Analysis of Queuing System Model for Overflow Tasks Routed to a Cloud Computing Center. International Journal of Applied Mathematics and Modeling. 2014. vol. 2. no. 3. P. 28–37.

5. Murugesan R., Elango C., Kannan S. A Status Report on Resource Allocation in Cloud Computing Using Queuing Theory. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET). 2014. vol. 3. issue 11. P. 3603–3608.

6. Носова М.Г. Разработка математической модели для оптимизации параметров ОЗУ // Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 7–1 (51). С. 106–109.

7. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория массового обслуживания. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 228 с.

8. Носова М.Г. Математическая модель компании по микрофинансированию со смешанными потоками входящих рисков // Фундаментальные исследования. 2017. № 12–1. С. 207–211.

9. Nosova M.G. Research of a three-phase autonomous queuing system with a Markov Modulated Poisson process. Information Technologies and Mathematical Modeling (ITMM-2018): Proceedings of 17th International Conference named after A.F. Terpugov (Tomsk, September 10–15, 2018). Tomsk: NTL, 2018. P. 33–38.

УДК 621.374

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ПЕЧАТНЫХ СИМВОЛОВ РАЗНЫХ ШРИФТОВ

Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Романенко И.И., Еличев К.А.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: office@pguas.ru

Рассмотрено устройство, обеспечивающее высокую надежность (достоверность) определения видов и типов символов печатных текстов. Литературный обзор способов идентификации видов и типов символов показал, что современные разработки позволяют распознавать ограниченный объем определяемых типов символов и замыкаются в пределах одного шрифта (образа). Цель исследования: создание способа, дающего возможность с достаточной точностью устанавливать вид печатного символа вне зависимости от качества печати текста, дефектов, художественных украшений и размытости образа. Разработанное устройство базируется на персональном компьютере, объединённом с системой ввода информационной базы. Система ввода имеет устройство, преобразующее образную информацию с носителя в виде электрических сигналов-импульсов, поступающих в банк. Банк состоит из кодированных ячеек-звеньев, каждая из которых устанавливает определенную часть образа (изображения). Найдена оптимальная комбинация направлений, образуемая частями изображения символа, отражающая необходимые и достаточные признаки для его распознавания. Начиная с концевой заполненной ячейки изображения символа, находящегося в запоминающем устройстве, осуществляется окантовка изображения с целью выделения направлений, входящих в найденную комбинацию направлений. Образуется код символа, состоящий из номеров направлений, который преобразуется в ячейку, что позволяет определить тип символа. Представленные методы распознавания образов способствуют повышению достоверности определения типов печатных символов. Выбрана комбинация направлений, отражающая признаки печатных символов, которые выявлялись после окантовки формы символа. Определено количество ячеек-звеньев матрицы запоминающего устройства. Установлены правила для стирания содержимого ячеек-звеньев, определяющих лишнюю толщину элементов изображения символа. На примерах изложены методики исправления измененной ориентации частей символа и ликвидации дефектов в изображениях символов. Реализация предложений повышения надежности определения типов печатных символов позволила устанавливать типы символов, несмотря на разные шрифты, на изменения размеров и ориентации частей символа, на наличие декоративных украшений и дефектов.

Ключевые слова: печатный символ, компьютер, программа, направления, комбинация направлений, окантовка, код символа

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE METHOD FOR DETERMINING TYPES OF PRINTED SYMBOLS OF DIFFERENT FONTS

Pint E.M., Petrovnina I.N., Romanenko I.I., Elichev K.A.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: office@pguas.ru

A device is considered that provides high reliability (reliability) of determining the types and types of characters of printed texts. A literature review of the methods for identifying types and types of characters showed that modern developments allow us to recognize a limited amount of defined types of characters and are closed within a single font (image). The purpose of the study: to create a method that makes it possible to establish the appearance of the printed symbol with sufficient accuracy, regardless of the print quality of the text, defects, art decorations and blurriness of the image. The developed device is based on a personal computer integrated with the information base input system. The input system has a device that converts figurative information from the carrier in the form of electrical signals-pulses entering the bank. The bank consists of coded cell units, each of which establishes a certain part of the image (image). The optimal combination of directions, formed by the parts of the symbol image, reflecting the necessary and sufficient signs for its recognition, is found. Starting from the terminal filled cell of the image of the symbol located in the storage device, the image is edged to select the directions included in the found combination of directions. A symbol code is formed, consisting of direction numbers, which is converted into a cell, which allows you to determine the type of symbol. The presented methods of pattern recognition contribute to increasing the reliability of determining the types of printed characters. A combination of directions is selected that reflects the signs of the printed characters that were detected after the edging of the shape of the character. The number of cells-links of the matrix storage device is determined. Rules are established for erasing the contents of cell units that determine the excess thickness of the image elements of a symbol. The examples describe methods for correcting the changed orientation of parts of a symbol and eliminating defects in symbol images. The implementation of proposals to improve the reliability of determining the types of printed characters allowed establish types of characters, despite different fonts, on changes in the size and orientation of parts of the character, on the presence of decorative ornaments and defects.

Keywords: printed symbol, computer, program, directions, combination of directions, edging, symbol code

Попытки создания устройства, определяющего типы печатных символов, предпринимались в разное время. Распознающее устройство может использоваться для ускоренной обработки печатной информации, для поиска нужной литературы, для анализа печатных текстов и т.д. Устройство должно выполнять две функции: первая функция – восприятие печатных символов с носителя текстов, вторая – определение типов печатных символов.

Реализация первой функции читающего устройства особых затруднений не вызывает.

При реализации второй функции главной проблемой является то, что устройство должно распознавать типы печатных символов не одного, а различных шрифтов, то есть оно должно определять один и тот же печатный символ (букву или цифру), но напечатанный с разным масштабом (высотой и шириной), с разным наклоном частей символа, с более жирными или более узкими частями символа, с возможными дефектами изображения символа и т.д.

До настоящего времени решение задачи определения типов символов печатных текстов, когда символы различных шрифтов значительно отличаются по своей форме и способу написания, до конца не завершено. Цель проведенных исследований заключается в создании устройства, которое позволило бы с высокой надежностью определять типы печатных букв и цифр с перечисленными выше особенностями формы символов.

В ходе анализа литературных источников установлено существование шести способов определения типов символов печатных текстов. Первый способ основан на определении типов печатных символов с использованием трафаретов. Было предложено устройство [1, 2], в котором изображение печатной цифры проектировалось на диск, содержащий вырезанные трафареты цифр, за которым был расположен фотоэлемент. При полном затемнении фотоэлемента переключалось реле и определялся тип цифры.

При использовании второго способа символы определялись с помощью специальных отметок или стилизованной формы. Типы цифр устанавливались созданной машиной [3–5], при этом цифры изображались в виде вертикальных полосок. Для реализации третьего способа авторы исследований [6–8] выделяли следующие особенности элементов формы символов: количество прямых и кривых частей, расположение этих частей друг относительно друга и т.д. (рис. 1, а). Кроме того, для определения печатных символов подсчитывалось количество пересечений изображения символа линиями, идущими по горизонтали, расположенными на разной высоте, определялось число концевых точек изображения и т.д.

Четвертый способ определения типов печатных символов основан на использовании наличия или отсутствия черного поля изображения символа в данном фиксированном месте. Созданная машина [4, 9, 10] определяет типы цифр при делении изображения печатной цифры на пять частей и фиксации наличия или отсутствия в частях черного поля.

Для реализации пятого способа автор работы [5, 11, 12] использовал интегральные характеристики формы печатных символов. Так, в разработанном устройстве для определения типов печатных символов использовались проекции площади изображения печатного символа на горизонтальную (рис. 1, б) и вертикальную оси.

Наконец, типы печатных символов определялись с помощью обучающихся электронно-вычислительных машин (ЭВМ) [6]. При этом изображения печатных символов заносились в запоминающее устройство ЭВМ с помощью рядов фотоэлементов. Алгоритм обучения ЭВМ состоял из следующих частей:

1. Проведение плоскостей, разделяющих один тип символа относительно другого типа

для предъявленных машине символов (рис. 2, а, б, в).

2. Выбрасывание лишних плоскостей (рис. 2, г).

3. Выбрасывание лишних кусков плоскостей (рис. 2, г).

4. Определение типов новых символов.

Все перечисленные выше способы определения типов печатных символов в настоящее время не используются, так как позволяют определять лишь ограниченное число типов символов, в лучшем случае в пределах одного шрифта.

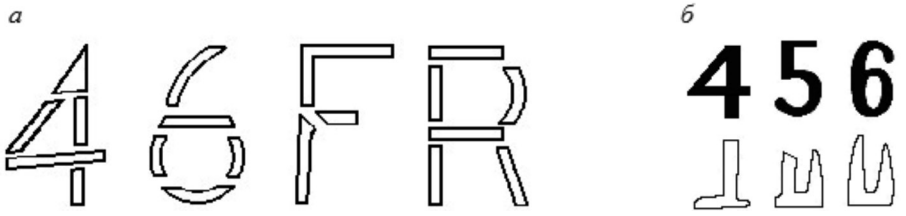


Рис. 1. Вид элементов фигуры, используемых для различения символов по элементам формы: а – третий способ определения типов символов печатных текстов; б – пятый способ определения типов символов печатных текстов на основе закона изменения проекции площади фигуры символа при проектировании ее на горизонтальную ось

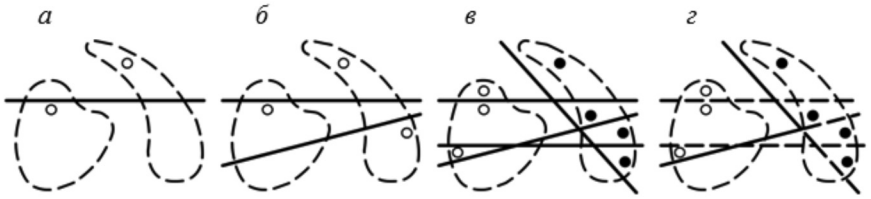


Рис. 2. Пояснения алгоритма обучения ЭВМ

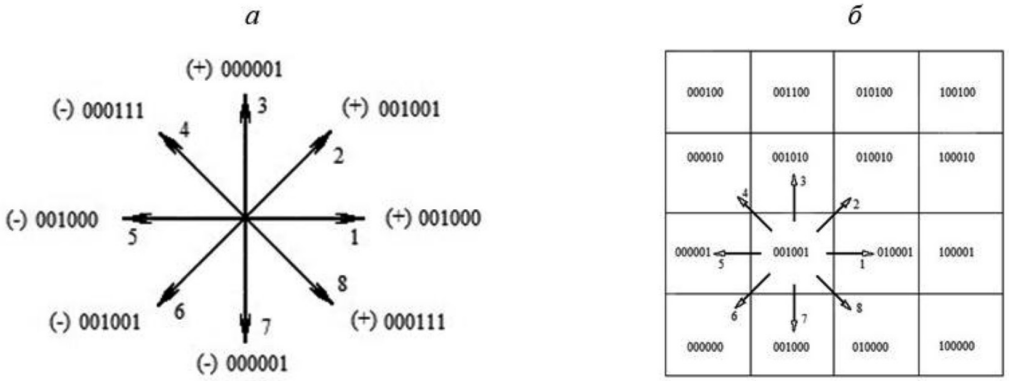


Рис. 3. Выбор направлений для определения типов печатных символов:
а – найденная схема направлений с числами для перехода на сопредельные ячейки;
б – передвижение по любому из восьми направлений из заполненной ячейки на соседние

Материалы и методы исследования

Разработанное устройство состоит из компьютера, воспринимающей, распознающей и запоминающей частей (ВРЗЧ). Совокупность электрических импульсов, снимающих образ с печатного носителя, поступает в установленном порядке в прямоугольную матрицу считывающего устройства. Матрица разбита на кодированные ячейки и каждому образу соответствует определенная совокупность ячеек в матричной оболочке [13].

После анализа были определены необходимые и достаточные признаки для определения типов печатных символов [14]. Ими оказались направления (1–8), входящие в выбранную комбинацию направлений (рис. 3, а). Направления комбинации образуются элементами контуров печатных символов. По разработанной для компьютера программе изображение символа, находящееся в матрице компьютера, начиная с концевой точки, обходится по контуру символа в соответствии с выбранной комбинацией направлений. С целью определения основного направления соседние заполненные ячейки матрицы опрашиваются по выбранным направлениям комбинации, начиная с заполненной концевой ячейки изображения символа. Главное направление устанавливалось числом заполненных ячеек-звеньев (то есть вес), превышающим число ячеек, определяющих наибольшую толщину отдельных частей напечатанного знака. Согласно заданному алгоритму программы, происходит переход с помощью чисел (рис. 3, а) на соседнюю заполненную ячейку в найденном основном направлении, определяя параметр (номер) основного направления и т.д. В дальнейшем процесс повторялся.

В итоге образуется код печатного символа, состоящий главным образом из последовательности номеров основных направлений. Таким образом, код символа создавался при обходе по главным направлениям фигуры символа. Переход от одной заполненной ячейки на другую соседнюю осуществлялся следующим образом. Пусть заполненная концевая ячейка изображения символа (или другая заполненная ячейка) имеет адрес 001001 (рис. 2, б).

Переход от данной ячейки на соседнюю, например, в направлении 1 совершается за счет добавления к адресу ячейки 001001 числа 001000 (рис. 2, б). Образуется число 010001, то есть определяется адрес соседней заполненной ячейки матрицы в направлении 1, на которую и происходит

переход. Таким образом, код символа формируется из номеров основных направлений и определенных неосновных.

В дальнейшем производилось сравнение сокращенного (упрощенного) кода символа с эталонными кодами. Эталонный код, то есть ряд направлений, создаваемый путем обхода по направлениям элементов образцового очертания знака, был создан для каждого типа печатного символа. В процессе сравнения определялось количество неидентичных номеров для каждого эталонного кода. Тип печатного символа определялся по минимальному количеству несовпадений номеров [13–15].

Для обеспечения высокой надежности распознавания (определения) типов печатных знаков (символов) были приняты следующие меры.

1. Для составления кода печатного знака использовались необходимые и достаточные признаки (определенные направления, образуемые частями изображения печатного символа), позволяющие с высокой надежностью устанавливать типы и виды печатных символов разных шрифтов.

2. В процессе определения типа печатного символа по разработанному алгоритму производилось так называемое стирание по толщине, то есть приведение толщины отдельных частей знака к наименьшей в одну элементарную ячейку матрицы, и таким образом символы с разной толщиной частей (в определенных пределах) определялись в равной степени.

3. Образы печатных символов с помощью воспринимающей системы разработанного устройства заносились в определенную матрицу – звено ВРЗЧ устройства персонального компьютера, включающую 32×32 ячеек и обеспечивающую распознавание всех типов печатных символов разных шрифтов, кроме букв «ш» и «щ».

4. Полученный после окантовки изображения символа его код упрощался, то есть происходила ликвидация неосновных направлений, возникающих из-за изменения ориентации символа в целом или его отдельных частей из-за возможных дефектов, из-за наличия декоративных украшений в символах, из-за определенных шрифтов и т.д.

5. Эталонные коды составлялись с учетом характерных признаков печатных символов разных шрифтов. В эти признаки входили главным образом основные направления, а также определенные суммы, возникающие при переходе во время окантовки изображения символа от его одной части к другой.

6. Определение типов печатных знаков происходило путем сравнения номеров направлений упрощенного кода символа с номерами направлений всех эталонных кодов.

Совпавшие номера ликвидировались, а несовпавшие номера в эталонном коде и в упрощенном коде символа суммировались для каждого эталонного кода, и по наименьшему количеству несовпавших номеров направлений определялся тип и вид печатного образа. Для оценки достоверности установления печатных букв рекомендуется зависимость, учитывающая возможность появления в печатных текстах букв P_i:

$$P = \frac{m}{nS}\sum_{i=1}^{s}\frac{r}{n}P_i,$$

где m – число правильно прочтенных букв; S – число предназначенных для опознавания букв алфавита; n – количество проверок каждой буквы; r – число безошибочно опознаваемых букв для одного смыслового символа (то есть для одного типа буквы).

Все печатные буквы алфавита точно распознавались разработанным устройством друг относительно друга, за исключением букв «ш» и «щ», максимальная надежность идентификации которых $P_{\max}$ составила 0,98.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе экспериментальных исследований анализировались два компьютерных шрифта. У одного из них печатные символы имели дополнительные украшения формы, а символы другого шрифта их не имели. Была выбрана комбинация направлений (рис. 3, а), отражающая существенные и необходимые признаки печатных символов, которые выявлялись после окантовки формы символа и по которым определялись типы символов.

По результатам исследований определено количество ячеек-звеньев прямоугольной матрицы ВРЗЧ устройства компьютера с учетом размеров заглавных символов и возможных смещений по вертикали и горизонтали изображений символов (32×32 ячеек-звеньев).

Разработаны следующие правила для стирания содержимого ячеек, формирующих лишнюю толщину элементов изображения символа:

– при обходе по направлениям «2», «4», «6», «8» содержимое заполненных ячеек по направлениям «1» и «5» ликвидируется, что устраняет лишнюю толщину наклонных линий символа;

– при окантовке по направлениям «3» и «7» происходит исчезновение содержимого ячеек по направлениям «1» и «5», что

удаляет лишнюю толщину вертикальных линий символа;

– при окантовке по направлениям «1» и «5» содержимое ячеек по направлениям «3» и «7» исчезает, что устраняет лишнюю толщину горизонтальных линий символа.

На рис. 4 представлена окантовка по направлениям букв «Д» различных шрифтов, включая перекрестие; изображены ячейки матрицы, составляющие лишнюю толщину частей знака, содержимое которых ликвидируется при обходе знака по контуру.

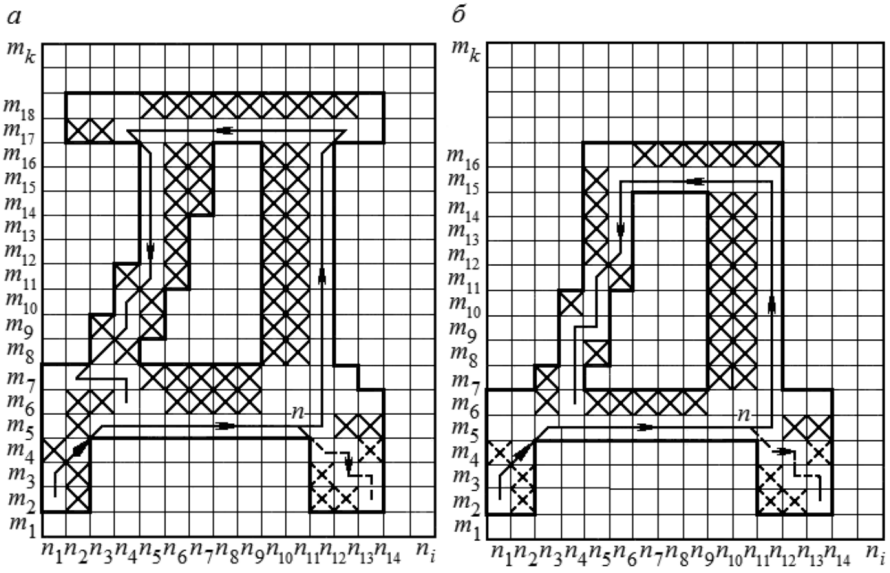
Было отмечено, что при обходе контура знака в качестве главного направления избиралось то направление, которое имело количество ячеек-звеньев большее или равное «весу». Вес (количество ячеек) хотя бы на одну ячейку должен быть больше количества ячеек, образующих толщину частей символа. После завершения окантовки контура символа кодовая запись знака, представляющая собой определенную комбинацию номеров направлений, преобразуется для того, чтобы исключить присутствие таких дефектов, как каверны в изображении символа, размывы, несвойственные отклонения вертикальных, горизонтальных, наклонных линий знака.

С целью устранения вышеперечисленных дефектов разработан следующий алгоритм оптимизации. Из кода символа исключаются номера неосновного направления в том случае, если при окантовке до и после них располагаются номера определенного основного направления или определенной суммы.

На рис. 5, I, представлена окантовка по направлениям отклоненных линий знака: горизонтальной (а), наклонной (б), вертикальной (в). В результате окантовки отклоненной горизонтальной линии (рис. 5, I, а) шифр линии представляет собой комбинацию номеров 118181118111 (вес равен 4, что соответствует трем номерам основного направления). После выполнения упрощения код линии выглядит как 111111111, что соответствует идеальной горизонтальной линии.

После окантовки отклоненной наклонной линии (рис. 5, I, б) код линии представляет собой комбинацию номеров 221222121222, а после операции упрощения – 222222222, что равнозначно идеальной наклонной линии. И в результате окантовки отклоненной вертикальной линии (рис. 5, I, в) код линии представляет собой ряд номеров 332332333233, а после операции упрощения – 333333333, что соответствует оптимальной вертикальной линии.

Из-за низкокачественной печати либо непропечатки различных частей печатного символа, могут оказаться размытыми изображения или появиться такие дефекты, как каверны. Следовательно, необходимо рассмотреть возможность устранения таких дефектов. На рис. 5, II, представлено изображение буквы «Г» с размывами.



XX – *ячейки толщины, содержимое которых уничтожается при окантовке очертания*

Рис. 4. Окантовка по направлениям букв «Д» различных шрифтов

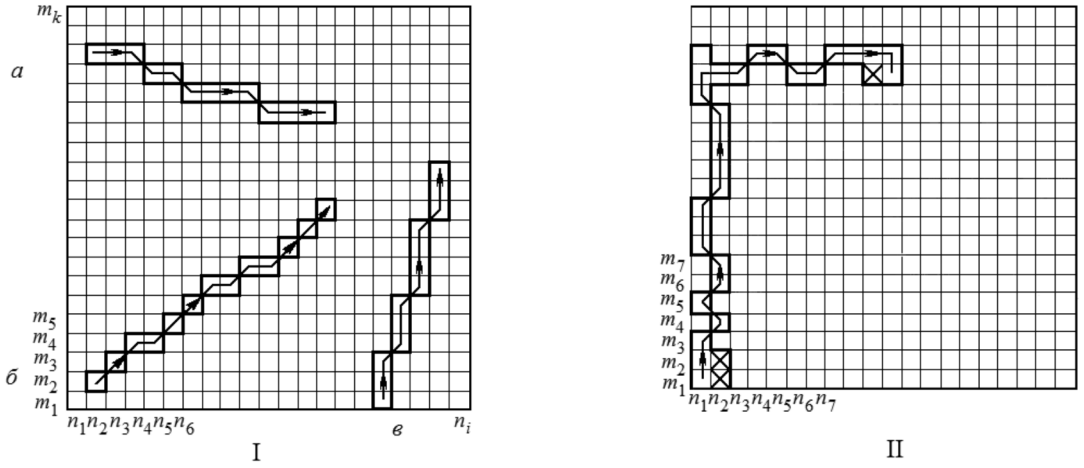


Рис. 5. Виды окантовки символов: I – окантовка по направлениям отклоненных линий знака; II – окантовка по направлениям буквы «Г» с размывами линий

В результате окантовки буквы «Г» формируется следующий код буквы: 33242343323333431121812111 7. После проведения упрощения код буквы представляет собой комбинацию номеров: 333333333311111117. Преобразованный код после сравнения со своим стандартным видом «31» не дает расхождений. (При вычислении числа несовпадений, направление 7 в расчет не принимается, так как количество его номеров меньше веса.) Поэтому рассматриваемые размывы линий знака не влияют на его опознавание.

Заключение

Для надежного определения разработанным устройством типов печатных символов выбраны существенные и достаточные признаки, определено оптимальное количество ячеек-звеньев матрицы ВРЗЧ устройства компьютера.

Для дальнейшего повышения надежности предусмотрены и реализованы меры, позволяющие распознавать типы печатных знаков, вне зависимости от вида шрифта, изменения в определенных пределах размеров символов и ориентации символа в целом или его отдельных частей, от наличия декорирования и определенных дефектов.

Таким образом, разработано новое устройство, которое с высокой надежностью и большим быстродействием решает проблему функции распознавания типов печатных символов. Разработанное устройство позволяет автоматизировать процесс обработки печатной информации.

Список литературы

1. Сочивка В.П. Электронные опознающие устройства. М.: Энергия, 1964. 56 с.

2. David H. Direct Reading for Data Processing. Process Control and Automation. 1960. Vol. 7. No. 3. P. 3–30.

3. Seema A., Rajeshwar D. Pattern Recognition in an Electronic Reader. International Journal of Computer Science and Telecommunications. Vol. 3. Issue 8. August 2012. P. 25–29.

4. Nielsen W.F. System Analysis Using Digital Computers. Electronic industries. 1960. Vol. 19. No. 8. August. P. 212–214.

5. Романов В.П. Интегральные методы опознавания. Конференция по обработке информации, машинному переводу и автоматическому чтению текста / Акад. наук СССР. Ин-т науч. информации. М., 1961. Т. 60. 23 с.

6. Ковалевский В.А. Корреляционный метод распознавания изображений // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1962. № 4 (2). С. 684–694.

7. Pradeep J., Srinivasan E., Himavathi S. Diagonal Feature Extraction Based Handwritten Character. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887). 2010. Vol. 8. No. 9. P. 17–21.

8. Pradeep J., Srinivasan E., Himavathi S. IJCSIT, Diagonal based feature Extraction for handwritten alphabets recognition system using neural network. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT). 2011. Vol. 3. No. 1. P. 27–37.

9. Sharma N., Patnaik T., Kumar B. Recognition for Handwritten English Letters. International Journal of Engineering and Innovative Technology: A Review. 2013. Vol. 2. Iss. 7. P. 318–321.

10. Singh V., Kumar B., Patnaik T. Feature Extraction Technique for handwritten Text in Various Script. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN: 2231–2307. March 2013. Vol. 3. P. 238–241.

11. Woodford C. Optical character recognition (OCR). [Electronic resource]. URL: http://www.explainthatstuff.com/how-ocr-works.html (date of access: 23.04.2020).

12. Schroff F., Kalenichenko D., and Philbin J. Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2015. P. 815–823.

13. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Романенко И.И., Еличев К.А. Система восприятия и передачи изображений печатных символов с оригинала в матрицу запоминающего устройства компьютера, определяющего типы символов // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5591 (дата обращения: 22.04.2020).

14. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Анализ формы печатных знаков для выделения существенных признаков и определения знаков компьютером // Нива Поволжья. Пенза: Изд. ПГАУ, 2018. № 3. С. 112–119.

15. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Математическая обработка результатов исследования читающего устройства // Науковедение. 2015. Т. 7. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1 (дата обращения: 22.04.2020).

УДК 004.89

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Ризванов Д.А., Чернышев Е.С., Ризванов К.А.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: ridmi@mail.ru, chernyshevevgenij@rambler.ru, rizvanovk@bk.ru

Развитие производственных мощностей необходимо для эффективной работы предприятия. Для выполнения планирования развития, модернизации, а также создания новых производственных мощностей предлагается использовать программное обеспечение системы поддержки принятия решений (СППР) при планировании ресурсов на производстве. Эта СППР была разработана ранее с использованием многоагентных технологий. Предлагается осуществить интеграцию СППР с информационными системами предприятия, а также с внутренней базой знаний, что обеспечит фиксацию и учет всей информации, в том числе и неформальной, на предприятии. Разработаны методы, модели и алгоритмы для расчета необходимого технологического оборудования при выполнении технологического проектирования производства. Приведена постановка задачи и перечислены основные этапы ее решения. Перечислены основные возможные риски, связанные с планированием производственных мощностей предприятия. Разработана схема оптимизации производственной программы. Разработанные модели, методы и алгоритмы апробированы на примере промышленного предприятия, занимающегося выпуском продукции авиационной отрасли. Применение разработанного подхода к планированию производственных мощностей предприятия позволяет снизить пики производственной программы, трудоемкость максимального годового плана и, следовательно, количество необходимого оборудования, что снижает необходимый объем инвестиций.

Ключевые слова: многоагентный подход, управление ресурсами, поддержка принятия решений, планирование производственных мощностей, авиадвигателестроительное предприятие

PLANNING OF ENTERPRISE PRODUCTION CAPACITIES USING A MULTI-AGENT APPROACH

Rizvanov D.A., Chernyshev E.S., Rizvanov K.A.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: ridmi@mail.ru, chernyshevevgenij@rambler.ru, rizvanovk@bk.ru

The development of production capacities is necessary for the efficient operation of the enterprise. To carry out development planning, modernization, as well as the creation of new production facilities, it is proposed to use the decision support system software (DSS) when planning production resources. This DSS was developed previously using multi-agent technologies. It is proposed to carry out the integration of DSS with the information systems of the enterprise, as well as with the internal knowledge base, which will ensure the fixation and accounting of all information, including informal, at the enterprise. Methods, models and algorithms have been developed for calculating the necessary technological equipment when performing technological design of production. The statement of the problem is given and the main stages of its solution are listed. The main possible risks associated with the planning of production facilities of the enterprise are listed. A scheme for optimizing the production program has been developed. The developed models, methods and algorithms are tested on the example of an industrial enterprise engaged in the production of aviation industry products. The application of the developed approach to the planning of production capacities of the enterprise allows to reduce the peaks of the production program, the complexity of the maximum annual plan and, therefore, the amount of necessary equipment, which reduces the necessary investment.

Keywords: multi-agent system, resource management, decision support, capacity planning, aircraft engine manufacturing enterprise

Для соответствия предприятия современным тенденциям ему необходимо внедрение инноваций, повышение эффективности производства, освоение перспективных высокотехнологичных изделий. Для этого необходимо осуществлять инвестирование в модернизацию оборудования и технологий. Учитывая ограниченность имеющихся финансовых ресурсов при выполнении модернизации или организации новых производств, необходимо эффективное распределение предоставляемых инвестиций, позволяющих с достаточной точностью определить количество и перечень необходимого оборудования для выполнения производственной программы. Расчет необходимого оборудования методом станкоемкости изготовления деталей часто неточен. Несмотря на имеющийся учет возможных простоев технологического оборудования, эти расчеты не учитывают такие важные аспекты производственной деятельности, как ожидание деталей, внеплановый ремонт, ожидание деталей в очереди перед станком, квалификация работников, отсутствие работников на рабочем месте и др.

Целью исследования является повышение эффективности распределения инвестиций при формировании количества и перечня необходимого оборудования для выполнения производственной программы.

Для выполнения расчета проектируемых производственных мощностей с максимально возможной точностью необходимо провести модельный эксперимент для определения возможности выполнения производственного плана. Это позволит выявить «узкие» места в моделируемом производстве и устранить их еще на ранних этапах – до запуска производства.

Задача расчета необходимого количества технологического оборудования для выполнения заданной программы изготовления высокотехнологичной продукции

Рассматривается ситуация на примере организации нового производства деталей авиационных двигателей с заданной номенклатурой и с определенным плановым годовым объемом производства (возможно, с поэтапным выходом на максимальную производственную программу), для которого требуется своевременно приобрести и запустить оборудование и принять на работу необходимый персонал.

Основным этапом планирования производственных мощностей является расчет необходимого количества технологического оборудования для выполнения заданной программы и его закупка. Планирование несет следующие риски:

А. Учитывая возможное разнообразие номенклатуры и специфику ее изготовления, при расчете возможно получить также большое разнообразие необходимого оборудования, опираясь только на минимальные требования технологии к оборудованию. Полученное при таком расчете оборудование будет иметь низкий коэффициент загрузки, то есть будет не полностью или очень мало загружено, что будет отрицательно сказываться на эффективности вложения инвестиций.

Б. Производственная программа формируется на основе рыночного спроса и не одинакова год от года, но для выполнения максимальной производственной программы необходимо планировать производственные мощности именно на максимальный план. С одной стороны, это гарантирует выполнение контрактных обязательств, а с другой – несет риск простоя оборудования до и после пика производства, а также увеличение затрат на приобретение оборудования при ориентировании на максимальную годовую программу. Решением этой задачи может быть усреднение по годам производственной программы. Однако это может повлечь срыв заключенных контрактов.

В. Учитывая, что реализация инвестиционных проектов, как правило, планируется в возможные кратчайшие сроки (3–4 года, включая этап инициализации/старта проекта), закупка всего оборудования происходит в одно время. Это также влечет риск простоя оборудования до пика производства.

Применение многоагентного подхода при решении задач планирования производства показывает высокую эффективность, высокую отказоустойчивость работы агентов и скорость расчетов, а также стабильность результатов [1–3].

Для решения поставленной задачи предлагается многоагентная система для планирования производственных мощностей, позволяющая максимально нивелировать риски, описанные выше, а также оптимизировать планируемые производственные мощности. Использование данной системы предлагается осуществлять совместно с разработанной системой календарного планирования [4].

Основные этапы планирования производственных мощностей представлены на рис. 1.

Этап 1. «Оптимизация производственной программы» (риск *Б*): выполняется перенос части годового плана на предыдущие годы с целью снижения пиков трудоемкости и, соответственно, необходимого технологического оборудования.

Входные данные: производственная программа.

Управляющее воздействие: технологии изготовления ДСЕ (маршрутные карты) с указанием трудоемкости и модели оборудования, минимально необходимого для изготовления.

Ресурсы: модуль расчета производственных мощностей.

Выходные данные: оптимизированная производственная программа.

Этап 2. «Прямой расчет количества оборудования»: вычисляется произведение трудоемкости каждой операции каждой детали на соответствующий производственный план (необходимое годовое количество таких деталей) и полученные значения суммируются по моделям оборудования, которые заложены в рассматриваемых технологических процессах. Расчет выполняется с учетом времени, необходимого на наладку/переналадку оборудования, а также времени простоев: организационных, технических и других [5, 6].

Входные данные: оптимизированная производственная программа.

Управляющее воздействие: технологии изготовления ДСЕ (маршрутные карты) с указанием трудоемкости и модели оборудования, минимально необходимого для изготовления.

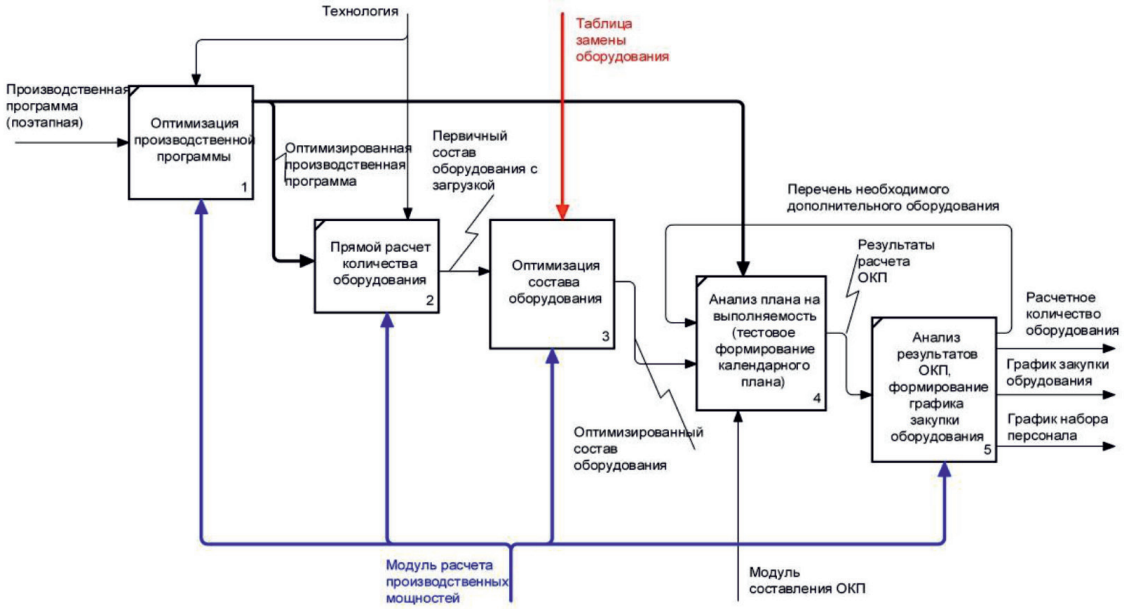


Рис. 1. Структура задачи расчета необходимых производственных мощностей

Ресурсы: модуль расчета производственных мощностей.

Выходные данные: первичные перечни оборудования на каждую производственную программу.

Этап 3. «Оптимизация состава оборудования» (риск *A*): выполняется частичное перераспределение загрузки между оборудованием, схожим по характеристикам – перенос нагрузки с перегруженного оборудования на другое (недозагруженное) аналогичное либо на оборудование с лучшими характеристиками.

Входные данные: первичный перечень оборудования с помодельной загрузкой, полученный на предыдущем шаге.

Управляющее воздействие: «таблица замены оборудования».

Ресурсы: модуль расчета производственных мощностей.

Выходные данные: оптимизированные перечни оборудования на каждую производственную программу.

Этап 4. «Анализ плана на выполняемость»: расчетное оборудование загружается в модуль ОКП как существующее, с помощью системы календарного планирования, интегрированной с информационными системами предприятия [7], выполняется расчет календарного плана на запланированных мощностях. Расчет ведется в отрыве от персонала, так как его еще нет и, следовательно, отсутствуют данные о нем (профессионализм, предпочтения и другие).

Входные данные: Оптимизированный состав оборудования с предыдущего этапа, а также перечень необходимого дополнительного оборудования, получаемый (возможно) на следующем этапе после выполнения анализа результатов данного этапа и определения необходимости добавления технологического оборудования.

Управляющее воздействие: оптимизированная производственная программа.

Ресурсы: модуль составления ОКП.

Выходные данные: результаты расчета ОКП.

Этап 5. «Анализ результатов ОКП, формирование графиков закупки оборудования, набора персонала» (риск *B*): анализ результатов ОКП, полученных на предыдущем этапе на предмет выполняемости плана, наличие «узких мест» в составе и количестве оборудования для каждой производственной программы. При наличии «узкого места» в каком-либо оборудовании, модуль РПМ может увеличить количество необходимого оборудования в пределах количества оборудования той же модели, полученного для большей производственной программы, после этого необходимо повторить процесс «Анализ плана на выполняемость». После устранения всех «узких мест» формируются перечни необходимого оборудования, графики его приобретения (с учетом времени на его освоение), а также графики набора персонала (с учетом необходимости его обучения).

Входные данные: результаты расчета ОКП.

Ресурсы: модуль РПМ.

Выходные данные: перечни необходимого технологического оборудования, графики набора персонала и закупки оборудования.

Оптимизация производственной программы

Рассмотрим пример создания нового производства для изготовления деталей сложной формы (ДСФ), входящих в состав авиационных двигателей. В табл. 1 представлен план продаж двигателей с ДСФ по состоянию на 01.07.2019 г. Учитывая, что авиационный двигатель является специфичной, сложной и очень трудоемкой продукцией, планы продаж составляются на основе заключенных контрактов, а также иных документов, декларирующих твердые намерения (в связи с тем, что представленные данные носят конфиденциальный характер, информация о конечных изделиях зашифрована).

На основе табл. 1 построен график, наглядно отображающий пики производственной программы (рис. 2). Из графика видно, что производственная программа всех трех изделий нарастает к 2025 г., за исключением Изделия 1, которое изготавливается в малых количествах, но в 2025 г. имеет также максимальное значение.

Рассмотрим каждое изделие в отдельности:

– *Изделие 1*: в 2025 г. план по данному изделию составляет 6 м/к, а в 2024 – 0 м/к, в то же время уже в 2020 и 2021 гг. по 3 и 2 м/к соответственно. Таким образом, изготовление 3 м/к Изделия 1 можно перенести с 2025 г. на 2024 г. и реализовать продукцию с тремя перенесенными м/к в начале 2024 г.

– *Изделие 2*: с 2020 г. наблюдается устойчивый рост производственной программы и в 2025 г. необходимо произвести 47 м/к. Тогда, для того чтобы сгладить программу, можно перенести ориентировочно 25 % плана на предыдущий год.

– *Изделие 3*: с 2023 г. наблюдается резкий рост производства при его отсутствии в 2022 г. и незначительных объемах в 2020 и 2021 гг. Тогда, для того чтобы сгладить программу, можно перенести ориентировочно 25 % плана на предыдущий год.

Оптимизация производственной программы – это опережающее изготовление части плана (по одному или нескольким изделиям) следующего года с целью снижения пиков производства по изделиям.

В табл. 2 представлен план производства продукции после сглаживания пиков. Знаком «←» показаны переносы частей производственной программы на предыдущие годы – опережающее изготовление.

На основе табл. 2 построен график производства (рис. 3). Из графика видно, что в период 2023–2025 гг. производственная программа всех трех изделий стала более выровненной и имеет схожий тренд – нарастает к 2025 г. Изделие 1, которое изготавливается в малых количествах, в 2025 г. имеет также максимальное значение.

Таблица 1

План продажи изделий, включающих ДСФ

Изделие	Моторокомплекты, шт.						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Изделие 1	–	3	2	–	–	–	6
Изделие 2	2	1	7	16	26	35	47
Изделие 3	–	5	3	–	52	50	70

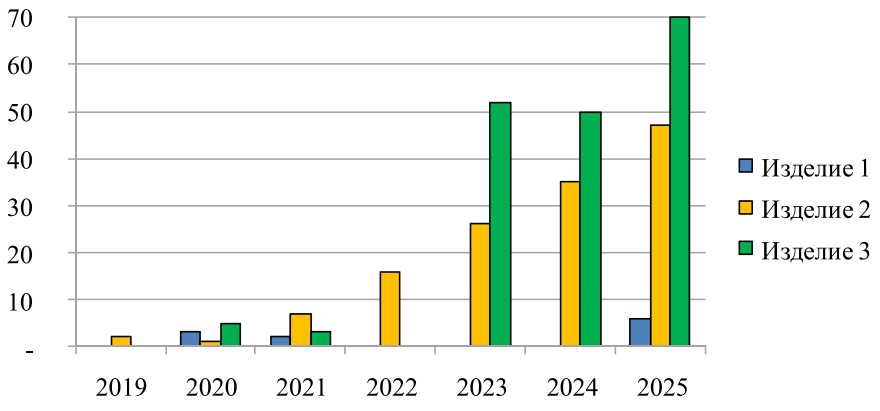


Рис. 2. График реализации авиадвигателей с ДСФ по годам

Таблица 2

План производства изделий, включающих ДСФ, с применением сглаживания

Изделие	Моторокомплекты, шт.												
	2019	←	2020	←	2021	←	2022	←	2023	←	2024	←	2025
Изделие 1	–	–	3	–	2	–	–	–	–	–	3	3	3
Изделие 2	2	–	1		10	3	20	7	30	11	35	11	36
Изделие 3	–	–	5	–	3	–	14	14	52	14	53	17	53

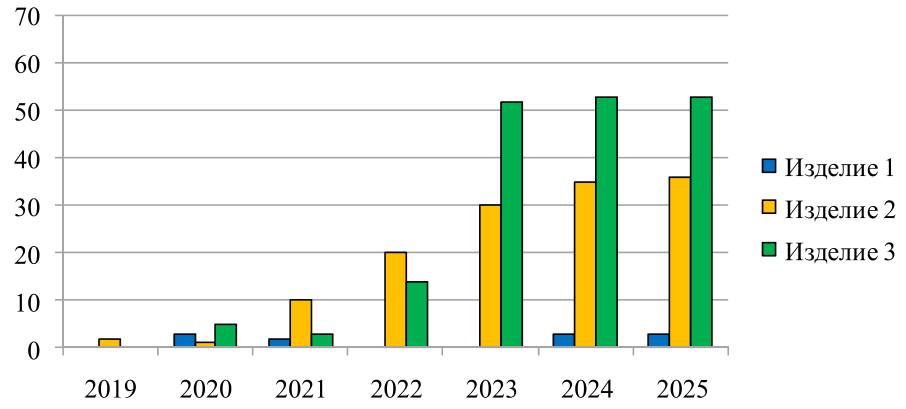


Рис. 3. График производства авиадвигателей с ДСФ по годам после сглаживания производственной программы

Применение *метода сглаживания производственной программы* и последующего расчета необходимого технологического оборудования, при выполнении технологического проектирования производства, позволяет снизить пики производственной программы, трудоемкость максимального годового плана и, следовательно, количество необходимого оборудования, что снижает необходимый объем инвестиций.

Заключение

Рассмотрена задача планирования производственных мощностей создаваемого производства. Выделены основные риски, возникающие в процессе такого планирования. Для снижения инвестиционной нагрузки в процессе планирования производственных мощностей создаваемого производства предлагается использовать подход на основе многоагентных технологий. Результаты апробации предлагаемого подхода на примере создания нового производства на базе промышленного предприятия позволяют судить об эффективности разработанных моделей и алгоритмов. Интеграция программного обеспечения с разработанной ранее многоагентной системой календарного планирования позволяет повысить точность планирования производственных мощностей, а также оптимизировать инвестиционные затраты при реализации проектов.

Данное исследование частично поддержано грантами РФФИ 18-07-00193-а, 19-07-00895-а.

Список литературы

1. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 372 с.

2. Ржевский Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания интеллектуальных систем управления предприятиями. Самара: Офорт, 2015. 291 с.

3. Скобелев П.О. Интеллектуальные системы управления ресурсами в реальном времени: принципы разработки, опыт промышленных внедрений и перспективы развитии // Приложение к журналу «Информационные технологии» 2013. № 1. С. 1–32.

4. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Применение интеллектуальных технологий управления ресурсами при календарном планировании производства // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16. № 4. С. 130–137.

5. Волчкевич И.Л. Расчет необходимого количества оборудования при проектировании технологических комплексов в условиях многономенклатурного производства // Электронное научно-техническое издание НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ. 2012. № 03. С. 1–23.

6. Киселёв Е.С. Методики расчёта механосборочных и вспомогательных цехов, участков и малых предприятий машиностроительного производства: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2012. 132 с.

7. Ризванов Д.А., Чернышев Е.С. Управление ресурсами при календарном планировании производства и интеграция с информационными системами предприятия // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–11. С. 2315– 2319.

УДК 519.6:62-423.2

АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА КРУЧЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ ПРОКАТНОГО ПРОФИЛЯ В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ FREEFEM++

Рябоконь А.С., Ткаченко О.П.

Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, Хабаровск, e-mail: anyuta.riabokon@yandex.ru, olegt1964@gmail.com

В металлоконструкциях применяются стержневые элементы, выполненные из угловой прокатной стали (синоним «угловой профиль»). При кручении стержня с угловым профилем во входящем углу возникает сильная концентрация напряжений, теоретически напряжение стремится к бесконечности. Численное решение таких задач вызывает серьезные трудности, и не все пакеты прикладных программ позволяют получить правильные результаты. Перед инженером возникает проблема выбора пакета прикладных программ и его дальнейшего использования. В данной статье исследуется возможность применения пакета прикладных программ FreeFEM++ к численному решению краевой задачи о кручении стержня углового профиля методом конечных элементов. Основным методом исследования является сравнение численного решения задачи во FreeFEM++ с известным из литературы точным или приближенным решением. Решены задачи о сравнении результатов расчетов кручения стержня с тремя профилями: круглого сечения; углового сечения с толстыми стенками; тонкостенного углового сечения. Изучались величины: крутильная жесткость, угол закручивания, касательные напряжения. Сделан вывод о том, что пакет прикладных программ FreeFEM++ дает удовлетворительную точность при решении поставленных задач. Численные значения исследуемых величин, полученные в результате расчетов, находятся в пределах значений, известных из литературных источников. Создан алгоритм нахождения и визуализации численного решения задачи.

Ключевые слова: кручение стержней, тонкостенные стержни, касательные напряжения, концентраторы напряжений, метод конечных элементов, пакеты прикладных программ для ЭВМ

ALGORITHM FOR THE NUMERICAL ANALYSIS OF THE TORSION OF THE RODS OF ROLLED PROFILES IN THE APPLICATION PACKAGE FREEFEM++

Ryabokon A.S., Tkachenko O.P.

Computing Center of Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, e-mail: anyuta.riabokon@yandex.ru, olegt1964@gmail.com

In metal structures, rod elements made of angular rolled steel are used (synonymous with «angular profile»). When torsion of a rod with an angular profile in the incoming corner, a strong concentration of stress occurs, theoretically the stress tends to infinity. The numerical solution of such problems causes serious difficulties, and not all application packages allow you to get the correct results. The engineer faces the problem of choosing an application package, and its further use. This article explores the possibility of applying the FreeFEM++ application package to the numerical solution of the boundary value problem of torsion of an angular profile rod using the finite element method. The main research method is to compare the numerical solution of the problem in FreeFEM++ with the exact or approximate solution known from the literature. The problems of comparing the results of calculations of the torsion of a rod with three profiles are solved: round section; angular section with thick walls; thin-walled angular section. The values were studied: torsional stiffness, twist angle, tangential stresses. It is concluded that the FreeFEM++ application package provides satisfactory accuracy in solving assigned problems. The numerical values of the studied quantities obtained as a result of calculations are within the range of values known from literary sources. An algorithm for finding and visualizing a numerical solution to the problem is created.

Keywords: torsion of rods, thin walled rods, tangential stresses, stress concentrators, finite element method, computer application packages

Обширный класс современных строительных конструкций имеет своей основой тонкостенные стержневые профили, соединенные между собой. В этих профилях возникает сложное напряженное состояние, частью которого является кручение. Задача о кручении стержня углового прокатного профиля является частным случаем задачи Ламе, в которой в вершине входящего угла теоретические значения напряжений стремятся к бесконечности [1]. Решение задач с такими сингулярностями является сложной математической проблемой. Результаты исследований напряжений, возникающих при деформировании прокатных профилей, являются темой большого числа научных публикаций.

Обзор литературы по исследованию стыковых соединений тонкостенных стержней и оболочек выполнен в [2]. Рассмотрены различные теоретические, численные и экспериментальные подходы к моделированию, анализу и проектированию тонкостенных структур, соединенных вдоль их общих границ. Рассмотрено несколько альтернативных форм граничных условий, условий непрерывности и скачков на сингулярных срединных кривых, моделирующих соединение.

В [3] выполнено конечно-элементное и экспериментальное моделирование нового типа многоплоскостного соединения для изменения уклона в длинно-пролетной передающей башне линии высоковольтной электропередачи. Помимо изгибающих моментов, в элементах системы наблюдались крутящие моменты и соответствующие напряжения.

В [4] решалась теоретическая задача Дирихле для уравнения Пуассона для стержня квадратного поперечного сечения с применением серендиповых конечных элементов. Доказано, что в задаче расчета кручения стержня квадратного сечения методом конечных элементов (МКЭ) новые альтернативные модели биквадратичного конечного элемента позволяют получить большую точность в сравнении с известным стандартным элементом.

Вопрос о введении нового конечного элемента для расчета кручения стержня открытого профиля рассмотрен в [5]. Выполнено сравнение аналитического и численного решений для стержня двутаврового сечения без учета и с учетом деформаций сдвига с использованием двух видов аппроксимации для функций формы.

Таким образом, тема исследования напряженного состояния тонкостенных угловых профилей является актуальной, содержащей множество неизученных теоретически и практически важных вопросов. В связи с этим есть проблема выбора адекватного инструмента численного анализа возникающих краевых задач. Коммерческие программы часто недоступны по цене для исследователя, в то время как свободно распространяемые продукты могут быть сопоставимы с ними по качеству результатов.

Одним из таких пакетов является FreeFEM++ [6]. Он применялся в [7] к исследованию задачи об установившейся вибрации предварительно напряженной пластины на основе модели Кирхгофа. Дана оценка точности решения прямой задачи для узкой однородной пластины методом конечных элементов путем сравнения с аналитическим решением. Анализ продемонстрировал высокую точность решения МКЭ, и сделан вывод о том, что пакет FreeFEM++ предоставил адекватные численные результаты для рассмотренной пластины.

Целью данной статьи является исследование возможности применения пакета FreeFEM++ к анализу напряженно-деформированного состояния при кручении стержня углового профиля, и разработка алгоритма этого анализа. Основным методом исследования является сравнение численного решения задачи МКЭ с известным из литературы решением.

Поставлены задачи:

1. Создания алгоритма нахождения и визуализации решения МКЭ в пакете FreeFEM++.

2. Сравнения результатов расчетов кручения стержня:

а) круглого сечения;

б) углового сечения с толстыми стенками;

в) тонкостенного углового сечения.

Рассматривается упругий стержень с поперечным сечением, представленным на рис. 1. Ставится задача о свободном кручении этого стержня двумя равными по модулю и противоположными по направлению крутящими моментами, приложенными к его концам. Краевая задача будет решаться в области Ω с границей L_0, рис. 1.

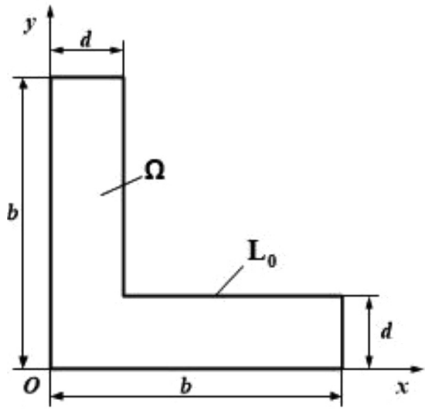


Рис. 1. Геометрия поперечного сечения

Известно [8], что выбором вида решения задача о кручении стержня сводится к краевой задаче для уравнения Пуассона:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}=-2, \qquad (1)$$

где $U(x, y)$ – функция напряжений Прандтля. Для односвязных стержней:

$$U = 0 \text{ на границе области } L_0. \qquad (2)$$

Касательные напряжения находим как

$$\tau_{xz}=G\theta\frac{\partial U}{\partial y},\ \ \tau_{yz}=-G\theta\frac{\partial U}{\partial x},$$

где G – сдвиговый модуль Юнга.

Угол закручивания на единицу длины стержня θ определяем из выражения для крутящего момента [8]:

$$M = C\theta,$$

где C – крутильная жесткость стержня, для сплошных стержней определяется как [9]

$$C = 2G\iint_{\Omega} U(x,y)\,d\Omega.$$

Итак, будем решать краевую задачу Дирихле для уравнения Пуассона (1), (2).

Материалы и методы исследования

С помощью пакета FreeFEM++, который позволяет строить численное решение двумерных краевых задач методом конечных элементов, решены задачи о кручении стержня круглого и углового поперечного сечения.

Алгоритм решения задачи во FreeFEM++:

1. Запишем задачу (1), (2) в вариационной постановке

$$\forall v,\ \int_{\Omega}\left(\frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y}-f v\right)dxdy=0,$$

$$v\big|_{L_0}=0, \qquad (3)$$

где $f = 2$.

2. Зададим на языке FreeFEM++ поперечное сечение стержня – область в параметрическом виде, в которой решается задача.

3. Произведем триангуляцию области при помощи встроенного генератора сеток, основанного на алгоритме Делоне – Вороного.

4. Приближенное решение задачи (3) ищем в виде

$$U^h(x,y)=\sum_{k=1}^{n-1} c_k\varphi_k(x,y), \qquad (4)$$

где $\varphi_k(x, y)$ – базисные функции, в качестве которых выбраны кусочно-линейные непрерывные конечные элементы (барицентрические координаты), c_k – коэффициенты, подлежащие определению. Таким образом, формула (4) задает аппроксимацию функции $U(x, y)$ в виде некоторого сужения на конечномерное пространство, определяемое базисом $\varphi_k(x, y)$, $k = 1..n – 1$.

5. Запишем на языке FreeFEM++ вариационную формулировку задачи с краевыми условиями и зададим способ решения СЛАУ (по умолчанию несимметричный мультифронтальный метод решения разряженных систем линейных уравнений).

6. Определим крутильную жесткость стержня C и угол закручивания на единицу длины θ средствами языка FreeFEM++.

7. Найдем касательные напряжения τ_{xz} и τ_{yz} и выполним их визуализацию. Средства пакета FreeFEM++ позволяют сохранять построенные изображения в postscript файл при помощи команды plot с параметром ps.

Численный эксперимент проведен со следующими параметрами: $G = 80$ ГПа, $M = 10$ кН·м, для задачи А) о кручении стержня круглого поперечного сечения $R = 40$ мм; для задачи Б) о кручении стержня углового профиля $b = 80$ мм, $d = 38$ мм; для задачи В) о кручении стержня углового профиля $b = 80$ мм, $d = 8$ мм.

Результаты исследования и их обсуждение

Задача А. В результате вычислений по представленной выше методике сформированы изображения распределений значений касательных напряжений в круговом стержне, представленные на рис. 2.

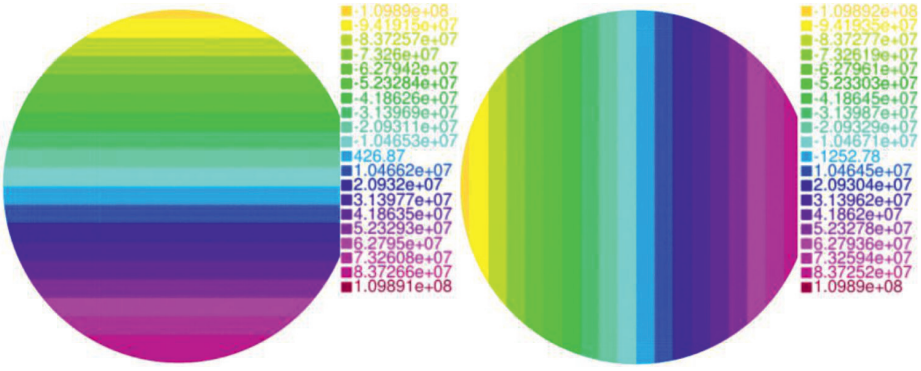
Максимальные и минимальные значения касательных напряжений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Предельные значения касательных напряжений в стержне круглого сечения

Напряжения	Max	Min
τ_{xz}	110 МПа	–110 МПа
τ_{yz}	110 МПа	–110 МПа

Найдены значения крутильной жесткости стержня $C = 321\,699$ Н·м^2 и угла закручивания на единицу длины $\theta = 0{,}031$.



а) *б)*

Рис. 2. Касательные напряжения в стержне круглого профиля: а) τ_{xz}, Па; б) τ_{yz}, Па

Сравнение полученных результатов проведено с источником [9, с. 92], где крутильную жесткость можно определить по формуле

$$C = G\pi R^4 / 2,$$

из которой получено значение 321 699 Н·м^2, что согласуется с численным результатом.

Для задач Б и В результат распределения значений касательных напряжений в стержне углового профиля, представлен на рис. 3 и 4.

Максимальные и минимальные значения касательных напряжений для обеих задач сведены в табл. 2.

Жесткость при кручении прокатных профилей приближенно можно вычислить по формуле [8, с. 266]:

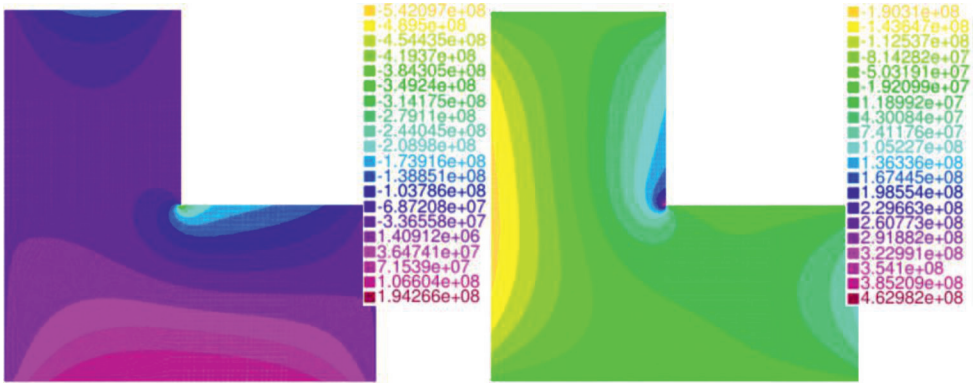
$$C = G\alpha\sum \frac{ah^3}{3}, \qquad (5)$$

где a и h – высота и толщина отдельных прямоугольников. Коэффициент α учитывает влияние соединения отдельных прямоугольников для $a/h > 2$. Экспериментальные значения коэффициента α [8, с. 266] и рассчитанные для него крутильная жесткость и угол закручивания, а также результаты расчета во FreeFEM++ приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что значения крутильной жесткости и угла закручивания, полученные при помощи пакета FreeFEM++, находятся в допустимом диапазоне значений.

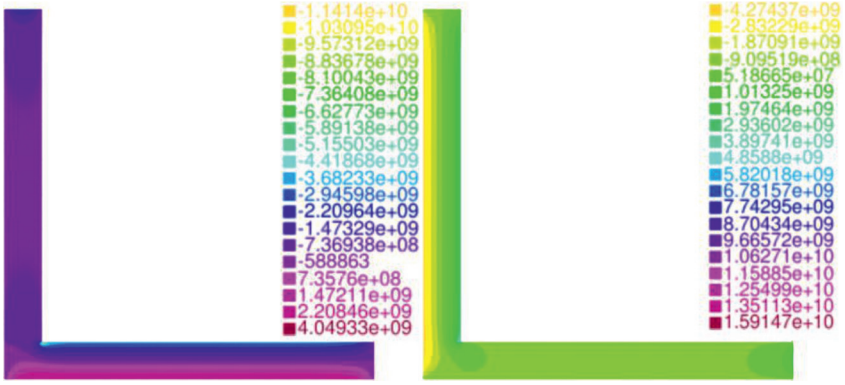
Заключение

Создан алгоритм численного анализа и визуализации его результатов для решения задачи о свободном кручении стержня углового прокатного профиля методом конечных элементов в пакете прикладных программ FreeFEM++. Полученные численные результаты хорошо согласуются с известными решениями задач о кручении стержней круглого, углового и тонкостенного углового профилей.



а) *б)*

Рис. 3. Касательные напряжения в стержне углового профиля задача Б: а) τ_{xz}, Па; б) τ_{yz}, Па



а) *б)*

Рис. 4. Касательные напряжения в стержне углового профиля задача В: а) τ_{xz}, Па; б) τ_{yz}, Па

Таблица 2

Предельные значения касательных напряжений в стержне углового сечения

Напряжения	Max		Min	
	Задача Б	Задача В	Задача Б	Задача В
τ_{xz}	194 МПа	4 049 МПа	– 542 МПа	– 11 414 МПа
τ_{yz}	463 МПа	15 915 МПа	– 190 МПа	– 4 274 МПа

Таблица 3

Проверочные и расчетные значения крутильной жесткости и угла закручивания для задач Б и В

Коэффициент α для углового профиля			Крутильная жесткость *C*, рассчитанная по формуле (5), Н·м^2		Угол закручивания $\theta = M/C$	
			Задача Б	Задача В	Задача Б	Задача В
По опытам А. Феппля	Для различных образцов	0,86–1,10	153 524–196 368	1 784–2 282	0,051–0,065	4,380–5,602
	Средний	0,99	176 731	2 054	0,056	4,867
По опытам ЦНИИПСа		1,0	178 516	2 075	0,056	4,819
Расчет во FreeFEM			154 813	2 030	0,064	4.925

Установлено, что численные значения касательных напряжений и углов закручивания в рассмотренной задаче при расчете тонкостенного углового профиля существенно превышают их предельно допустимые значения, обычно принимаемые при расчетах на прочность и жесткость. Этот результат получен как при использовании стандартного инженерного метода, так и при решении в пакете FreeFEM++.

В целом пакет прикладных программ FreeFEM++ является надежным инструментом решения стандартных технических задач анализа кручения стержней методом конечных элементов, с возможностями наглядного представления результатов расчета.

Численные эксперименты были проведены на вычислительном кластере ЦКП «Центр данных ДВО РАН».

Список литературы

1. Рукавишников В.А., Николаев С.Г. Весовой метод конечных элементов для задачи теории упругости с сингулярностью // Доклады АН. 2013. Т. 453. № 4. С. 378–382. DOI: 10.7868/S0869565213340069.

2. Pietraszkiewicz W., Konopińska V. Junctions in shell structures: A review. Thin-Walled Structures. 2015. vol. 95. P. 310–334. DOI: 10.1016/j.tws.2015.07.010.

3. Deng H., Li F., Cai Q., Dong J., Fu P. Experimental and numerical analysis on the slope change joint of a quartet-steel-tube-column transmission tower. Thin-Walled Structures. 2017. vol. 119. P. 572–585. DOI: 10.1016/j.tws.2017.07.006.

4. Астионенко И.А., Гучек П.И., Литвиненко Е.И., Хомченко А.Н. Применение альтернативных серендиповых моделей при решении задачи о кручении призматических стержней // Вестник ХНТУ. 2013. № 1 (46). С. 356–361.

5. Дьяков С.Ф., Лалин В.В. Построение и анализ конечных элементов тонкостенного стержня открытого профиля с учетом деформаций сдвига при кручении // Вестник Пермского государственного технического университета. 2011. № 2. С. 130–140.

6. Font R., Periago F. The finite element method with FreeFem++ for beginners. The Electronic Journal of Mathematics and Technology. 2013. vol. 7. no. 4. P. 289–307.

7. Nedin R.D., Vatulyan A.O. On the reconstruction of inhomogeneous initial stresses in plates. Advanced Structured Materials. 2011. vol. 15. P. 165–182. DOI: 10.1007/978-3-642-21855-2_13.

8. Прочность, устойчивость, колебания: справочник в 3 т. Т. 1 / Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко. М.: Изд-во Машиностроение, 1968. 831 с.

9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. VII. Теория упругости: учеб. пособие. 4-е изд. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 248 с.

УДК 004.932:616-079

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ БРОНХ-НАВИГАЦИИ

[1]Соловьева С.Н., [2]Рычков Д.А.

[1]ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: v.rychkov.v@gmail.com;

[2]НИЦ «Авантренд», Екатеринбург

В работе рассматривается проблема навигации при проведении бронхоскопии для взятия патологического материала в легких и исследуется задача поиска пути на основе обработки и анализа КТ-изображений. Сформулированы и проанализированы проблемы, обоснованные анатомическими особенностями легких. Показана перспективность и актуальность разработки модели маршрутизации для бронх-навигации при онкологической диагностике легких для взятия биопсийного материала. Осуществлен литературно-аналитический обзор методов бронх-навигации и алгоритмов поиска пути. Установлены критерии оценки алгоритмов и выявлены критерии оценки модели для построения навигационной карты с помощью интеллектуального агента, который учитывает границы и структуру патологии, а также анатомическую структуру легкого и бронхиального дерева. Разработан пакет алгоритмических и функционально-структурных моделей, иллюстрирующий новизну предлагаемого решения. Новизна полученного решения состоит в том, что разработанная модель маршрутизации для бронх-навигации включает в себя все необходимые критерии обработки и анализа КТ-изображений для создания навигационной карты с использованием интеллектуального агента, который учитывает границы и структуру патологии, а также анатомическую структуру легкого и бронхиального дерева. Использование такой индивидуальной навигационной карты позволит повысить эффективность методов бронхоскопии для получения информативного патологического материала, что в свою очередь позволит с большей вероятностью поставить диагноз и назначить верное лечение.

Ключевые слова: бронхоскопия, интеллектуальный агент, компьютерная томография, поиск пути, визуализация

DEVELOPMENT OF THE MODEL OF ROUTING FOR BRONCHONAVIGATION

[1]Soloveva S.N., [2]Rychkov D.A.

[1]Ural Federal University, Ekaterinburg, e-mail: v.rychkov.v@gmail.com;

[2]Research center «Avantrend», Yekaterinburg

The paper deals with the problem of navigation during bronchoscopy for taking pathological material in the lungs and investigates the problem of finding a way based on the processing and analysis of CT images. The problems justified by anatomical features of the lungs are formulated and analyzed. The perspective and urgency of development of the routing model for bronchial navigation at oncological diagnostics of lungs for biopsy material taking is shown. The literary and analytical review of bronchial navigation methods and path search algorithms is carried out. The criteria for evaluating the algorithms have been established and the criteria for evaluating the model for building a navigation map with the help of an intelligent agent that takes into account the borders and structure of the pathology as well as the anatomical structure of the lung and bronchial tree have been revealed. The package of algorithmic and functional-structural models illustrating the novelty of the proposed solution is developed. The novelty of the received solution consists in the fact that the developed model of routing for bronchial navigation includes all necessary criteria of processing and analysis of CT-images for creation of a navigation map with the use of the intellectual agent which considers borders and structure of pathology, and also anatomic structure of a lung and bronchial tree. The use of such an individual navigation map will increase the efficiency of bronchoscopy methods to obtain informative pathological material, which in turn will allow to make a more likely diagnosis and prescribe the correct treatment.

Keywords: bronchoscopy, intellectual agent, computed tomography, route search, visualization

Диагностика заболеваний легких является сложной мультидисциплинарной проблемой. Между тем ведущим методом, «золотым стандартом» диагностики патологий легких являются компьютерная томография в совокупности с бронхоскопией или торакоскопией для взятия биопсионного материала [1].

Согласно исследованиям [2, 3], используя этот метод, не всегда удается получить диагностически значимый материал для биопсии из-за ограниченности используемого инструментария, использующегося в данных методах. Выделяют такие важные особенности, которые имеют большее влияние на информативность результатов диагностической бронхоскопии:

– индивидуальные анатомические особенности пациента;

– в применяемых методах нет учета анатомической структуры легких;

– проблема выбора оптимального места для биопсии, так как не учитывается структурный анализ и граница патологии.

Каждый пациент уникален и, следовательно, имеет уникальные анатомические особенности, что влияет на результативность бронхоскопии. Решение задачи определения данных анатомических особенностей пациента позволит более точно спланировать процедуру бронхоскопии, путем построения индивидуальной для этого пациента навигационной карты.

Также описанные выше проблемы вызваны не только ограниченностью используемого инструментария при проведении бронхоскопии, но и ограничениями в мето-

дах обработки и анализа КТ-изображения, которые состоят в том, что они не позволяют определить четкую границу и структуру патологии, что в свою очередь не дает точно определить топографию опухоли. Выделение четких границ образования позволит дать полную информацию о форме и размерах образования легкого, а также его расположении по отношению к прилежащим структурам, а распознавание структуры патологии позволит достоверно выбрать точку для взятия биоптата при биопсии, что приведет к правильной классификации патологии.

Целью исследования является разработка новой модели маршрутизации для бронх-навигации, которая будет включать в себя все необходимые этапы обработки и анализа КТ изображений для создания навигационной карты с помощью интеллектуального агента. Полученные данные в результате обработки и анализа изображения будут составлять базу знаний интеллектуального агента, который и будет строить навигационную карту, и при необходимости корректировать ее.

Также для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

– провести литературно-аналитический обзор существующих методов навигации в легких;

– выявить критерии для оценки аналогов и получить компилятивный прототип;

– провести моделирование;

– разработать программное обеспечение модели.

Материалы и методы исследования

Информативность стандартного метода зависит от точности попадания в патологический очаг, которая при стандартной методике составляет примерно от 18% до 70% [3]. А точность попадания зависит от таких факторов, как [3]:

– продвижение по бронхиальному дереву;

– точная локализация образования, с учетом его границ и структуры легкого, а также определение места для взятия биоптата с учетом структуры образования;

– навигация до образования.

Следовательно, разрабатываемая модель навигационной карты должна состоять из следующих параметров:

– выделения бронхиального дерева (3D реконструкция бронхиального дерева);

– выделения сегментов лёгкого;

– выявление границ патологии;

– определение места на основе текстурного анализа для взятия информативного материала;

– алгоритм расчета кинематики бронхоскопа, как в продвижении до целевой области, так и для взятия биоптата;

– построение маршрута до целевой области с использованием интеллектуального агента.

В процессе рассмотрения аналогов не удалось выявить общей модели для построения навигационной карты, включающей все вышеперечисленные параметры. И отметим, что на методах выбора аналогов границ и структуры патологии останавливаться в данной работе не будем и возьмем за основу, что на вход данной модели уже приходят не только снимки КТ, но и выделенные границы и структура патологии.

Связи с этим были рассмотрены две группы аналогов:

– методы бронх-навигации;

– алгоритмы, используемые в задачах планирования пути.

Методы бронх-навигации

В настоящее время есть различные виды навигации при бронхоскопии. Так в работах [1, 4] используется программная среда MeVisLab, для решения задач выделения бронхиального дерева, а также расчета пути до целевой области, расчета попадания зонда прямо в патологическую ткань и глубины погружения биопсийных щипцов. Но в этой работе патология выделяется вручную, а места для взятия биоптата определяются субъективно врачом, проводящим эти действия, и основываются лишь на его предпочтении. Также при навигации не учитываются анатомические особенности легких, а из-за этого могут возникнуть нежелательные осложнения.

Wilbert G. Aguilar [5] в своей работе использует для поиска пути при проведении бронхоскопии метод RRT. Навигация по этому пути проходит в 3D модели легких, реконструированных из КТ изображений. Еще в работе сравниваются несколько алгоритмов RRT, которые ищут оптимальный путь для бронхоскопии. Также используется кинетическая модель бронхоскопа, который ограничивает метод RRT. Но в этой работе не учитываются анатомические особенности легкого, и место для взятия биоптата также выбирается вручную врачом.

Существуют работы, которые при навигации в легких используют анатомические ориентиры. Так в статье [6] описывается метод навигации при видеобронхоскопии до целевой области путем введения анатомических ориентиров, из анализа видеобронхоскопических изображений. Также в [7] используются анатомические ориентиры бронхиального дерева при видеобронхскопии (с гибким бронхоскопом) для взятия биопсии рака легкого. В них используется кодировка бронхиального дерева и на осно-

ве этого проверяется, по правильному пути ли движется бронхоскоп или нет.

Отдельно рассмотрим методы выделения бронхиального дерева. Так в статье [8] представлен алгоритм обработки изображений тонкослойной КТ для создания трехмерной модели внешних контуров бронхиального дерева человека. Алгоритм представлен в программе ImageJ-FiJi, созданной на основе языка программирования Java Script.

Для расчета кинематики бронхоскопа используют разные математические модели. В статье [9] рассматривается метод наведения бронхоскопа в оптимальные места для биопсии. Используется метод измерения движения бронхоскопа, чтобы предсказать его положение в 3D пространстве, а также для нахождения оптимального угла и глубины погружения в образование.

Алгоритмы планирования пути

На данный момент известно множество различных алгоритмов планирования пути [10–11]. Выберем самые основные алгоритмы, такие как алгоритм Дейкстры, алгоритм Флойда – Уоршелла, алгоритм Беллмана – Форда, A* и алгоритм Ли.

В работе [10, 12] для нахождения кратчайшего пути используется алгоритм Дейкстры, который применяется в основном для построения множества кратчайших путей из одного источника.

Задача планирования перемещений во многих случаях может быть достаточно эффективно решена с помощью алгоритма A* [13], в котором используется эвристика для обхода вершин и находит оптимальный маршрут от начальной вершины к целевой.

Алгоритм Флойда – Уоршелла также применяется для нахождения кратчайшего пути между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа. Он является самым легких в реализации программы по сравнению с алгоритмами Дейкстры и Беллмана – Форда. Алгоритм Ли принадлежит семейству алгоритмов, основанных на методах поиска в ширину. Он ищет оптимальный путь и, если невозможно добраться до цели, выдает сообщение о непроходимости.

В диссертационном исследовании [14] рассмотрено планирование траекторий движения многозвенного манипулятора в сложном трехмерном рабочем пространстве на основе эволюционных методов: генетического подхода, комбинирования генетического подхода и метода имитации отжига, комбинирования генетического подхода и метода репульсионного роя частиц.

Для дальнейшего анализа аналогов нами были отобраны критерии их оценки.

Критерии оценки методов бронх-навигации

1. Быстродействие (Б). Критерий оценивает время работы метода. Оценка производится по трёхбалльной шкале:

$$I_{\text{Б}} = \begin{cases} 1, \text{наименее продолжительное выполнение алгоритма} \\ 0{,}5, \text{среднее время относительно рассматриваемых аналогов} \\ 0, \text{наименее продолжительное выполнение алгоритма} \end{cases}.$$

2. Простота реализации (ПР). Критерий оценивает сложность написания алгоритма. Оценка производится по трёхбалльной шкале:

$$I_{\text{ПР}} = \begin{cases} 1, \text{достаточно просто реализуем} \\ 0{,}5, \text{имеются некоторые сложности} \\ 0, \text{сложно реализуем} \end{cases}.$$

3. Ресурсоемкость (Р). Критерий оценивает объем памяти необходимой методу. Оценка производится по трёхбалльной шкале:

$$I_{\text{Р}} = \begin{cases} 1, \text{небольшой объем занимаемой памяти} \\ 0{,}5, \text{средний объем занимаемой памяти} \\ 0, \text{требует достаточно много памяти} \end{cases}.$$

4. Основные характеристики (ОХ). Критерий состоит из совокупности критериев основных характеристик методов, применяемых для бронхо-навигации, таких как:

а) Реконструкция бронхов (РБ). Критерий оценивает, как реалистично и подробно выделено бронхиальное дерево. Оценка производится по двухбалльной шкале:

$$I_{\text{РБ}} = \begin{cases} 1, \text{хорошая реконструкция бронхов} \\ 0, \text{плохая реконструкция бронхов} \end{cases}.$$

б) Степень автоматизации (СА). Критерий оценивает необходимость вмешательства оператора в работу метода. Оценка производится по двухбалльной шкале:

$$I_{\text{СА}} = \begin{cases} 1, \text{метод требует участия оператора} \\ 0, \text{ метод не треует участия оператора} \end{cases}.$$

в) Анатомические особенности легких (АОЛ). Критерий показывает, учтены ли анатомические особенности легких в методе или нет. Оценка производится по двухбалльной шкале:

$$I_{\text{АОЛ}} = \begin{cases} 1, \text{ учитывается} \\ 0, \text{ не учитывается} \end{cases}.$$

Так как в критерий оценки основных характеристик входит несколько критериев, то формула для его оценки будет иметь вид

$$\text{ОА} = \text{О(РБ)}*\alpha(\text{РБ}) + \text{О(СА)}*\alpha(\text{СА}) + \text{О(АОЛ)}*\alpha(\text{АОЛ}), \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{N} \alpha_i = 1$; α_i – весовой коэффициент *i*-го критерия.

Таким образом, формула для оценки модели бронх-навигации имеет вид

$$\text{ОА} = \text{О(Б)}*\alpha(\text{Б}) + \text{О(ПР)}*\alpha(\text{ПР}) + \text{О(Р)}*\alpha(\text{Р}) + \text{О(ОХ)}*\alpha(\text{ОХ}), \quad (2)$$

где $\sum_{i=1}^{N} \alpha_i = 1$; α_i – весовой коэффициент *i*-го критерия.

Картежная модель оценки аналогов моделей бронх-навигации:

$$\text{ОА(БН)} = <\text{О(Б)}, \text{о(ПР)}, \text{о(Р)}, \text{о(ОХ)}, \text{R})>, \quad (3)$$

где ОА(БН) – оценка аналогов моделей бронх навигации; О(Б) – быстродействие; О(ПР) – простота реализации; О(Р) – ресурсоемкость; О(ОХ) – основные характеристики; R – матрица связи.

Критерии оценки алгоритмов планирования пути

1. Оптимальность (О). Критерий оценивает свойство алгоритма всегда находить решение с наименьшей стоимостью с учетом ограничений. Оценка производится по двухбалльной шкале:

$$I_{\text{О}} = \begin{cases} 1, \text{ оптимален} \\ 0, \text{ не оптимален} \end{cases}.$$

2. Временная сложность (ВС). Критерий оценивает время работы алгоритма. Оценка производится по трёхбалльной шкале:

$$I_{\text{ВС}} = \begin{cases} 1, \text{ наименее продолжительное} \\ 0{,}5, \text{ среднее время} \\ 0, \text{ наименее продолжительное} \end{cases}.$$

3. Пространственная сложность (ПС). Критерий оценивает объём памяти, необходимой алгоритму. Оценка производится по трёхбалльной шкале:

$$I_{\text{ПС}} = \begin{cases} 1, \text{ небольшой объем занимаемой памяти} \\ 0{,}5, \text{средний объем занимаемой памяти} \\ 0, \text{ требует достаточно много памяти} \end{cases}.$$

4. Математический подход (МП). Критерий оценивает сложность алгоритма в математической реализации. Оценка производится по двухбалльной шкале:

$$I_{\text{МП}} = \begin{cases} 1, \text{ наименее сложен} \\ 0, \text{ сложно реализуем} \end{cases}.$$

Таким образом, формула для оценки алгоритмов планирования пути имеет вид

$$ОА = О(О)*\alpha(О) + О(ВС)*\alpha(ВС) +$$

$$+ О(ПС)*\alpha(ПС) + О(МП)*\alpha(МП), \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^{N}\alpha_i = 1$, α_i – весовой коэффициент *i*-го критерия.

Картежная модель оценки аналогов моделей бронх навигации:

$$ОА(АП) = <О(О), о(ВС), о(ПС), о(МП), R>, \quad (4)$$

где ОА (АП) – оценка аналогов алгоритмов планирования пути; О(О) – оптимальность; О(ВС) – временная сложность; О(ПС) – пространственная сложность; О(МП) – математический подход; R – матрица связи.

Была проведена оценка аналогов по критериям с использованием метода Томаса Саати. Итоговые оценки рассмотренных групп аналогов по критериям представлены в табл. 1–2.

Таким образом, при анализе табл. 1–2 было установлено, что каждый из аналогов имеет свои преимущества и недостатки, при этом нет ни одного аналога, который полностью бы решал поставленную проблему. Отсутствие метода, полностью удовлетворяющего критериям и условиям поставленной задачи, является предпосылкой к выдвижению гипотезы: разработать модель построения навигационной карты с помощью интеллектуального агента, который учитывает границы и структуру патологии, а также анатомическую структуру легкого и бронхиального дерева.

Как было сказано выше, будем считать, что в данную разрабатываемую модель уже приходят данные о границе и структуры патологии, и в качестве компилятивного прототипа для данной модели, анализируя таблицы выше, возьмем два аналога: MeVisLab как аналог бронх-навигации и А* – в качестве аналога поиска пути на изображении.

Результаты исследования и их обсуждение

Для описания специфики предлагаемого решения нами был разработан пакет алгоритмической и функционально-структурной моделей.

На рис. 1 представлена алгоритмическая модель предлагаемого решения разрабатываемой модели навигационной карты.

Для наиболее полного понимания процесса функционирования разрабатываемой системы была создана функционально-структурная модель.

На рис. 2 приведена функционально-структурная модель проектируемой модели первого уровня «модель навигационной карты для проведения бронхоскопии». На ней отображены входящие и исходящие данные, а также механизмы управления и функционирования системы в целом.

Таблица 1

Оценка аналогов методов бронх-навигации

Авторы	Б	ПР	Р	ОХ			α
				РБ	СА	АОЛ	
Интегральная оценка	0,28	0,2	0,22	0,35			1
				0,4	0,35	0,25	
MeVisLab	0,252	0,08	0,11	0,07	0,0245	0,009	0,5455
Wilbert G. Aguilar	0,196	0,02	0,066	0,028	0,01125	0,009	0,33025
Sanchez	0,14	0,02	0,044	0,112	0,01125	0,035	0,36225
Jason D. Gibbs	0,196	0,1	0,088	0,056	0,0225	0,0262	0,48875
D.C. Cornish	0,084	0,04	0,022	0,07	0,01125	0,009	0,23625

Таблица 2

Оценка аналогов алгоритмов поиска пути

Алгоритмы	О	ВС	ПС	МП	α
Интегральная оценка	0,4	0,15	0,35	0,1	1
Дейкстры	0,34	0,03	0,105	0,04	0,515
Флойда – Уоршелла	0,332	0,015	0,07	0,03	0,582
Беллмана – Форда	0,336	0,045	0,07	0,04	0,461
А*	0,36	0,075	0,14	0,02	0,595
Ли	02	0,045	0,14	0,05	0,535
Эволюционные	0,28	0,015	0,035	0,01	0,34

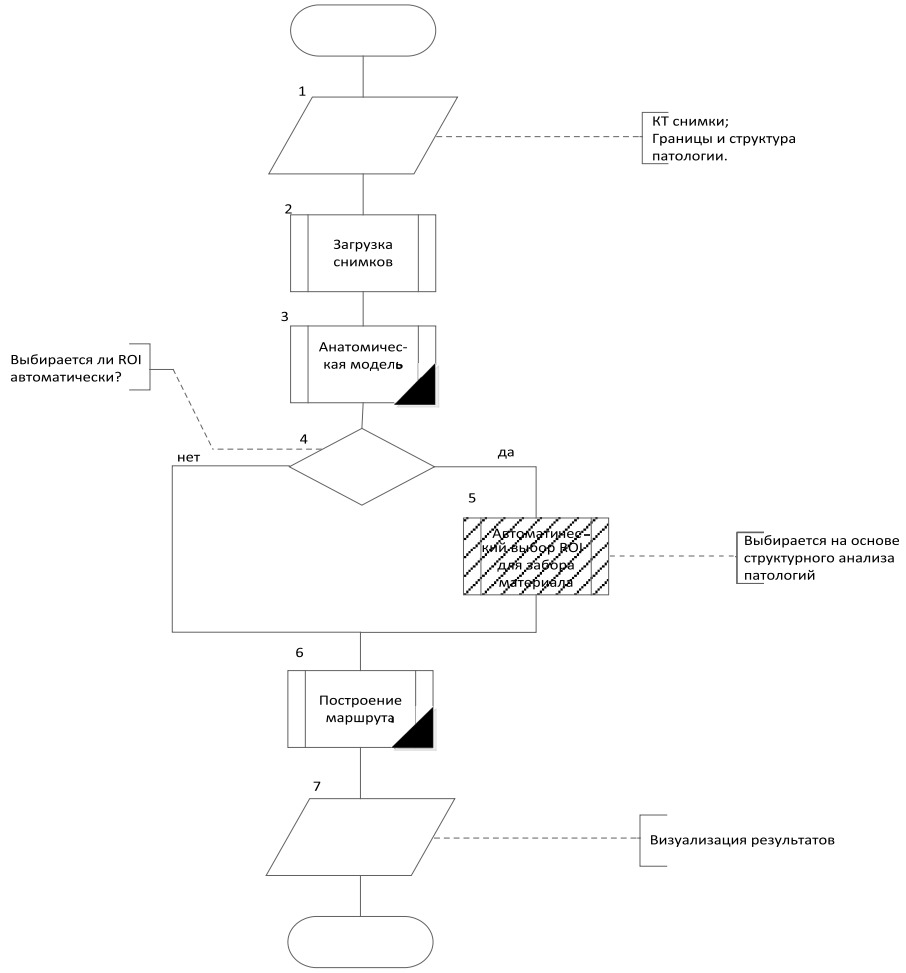


Рис. 1. Алгоритмическая модель разрабатываемой модели

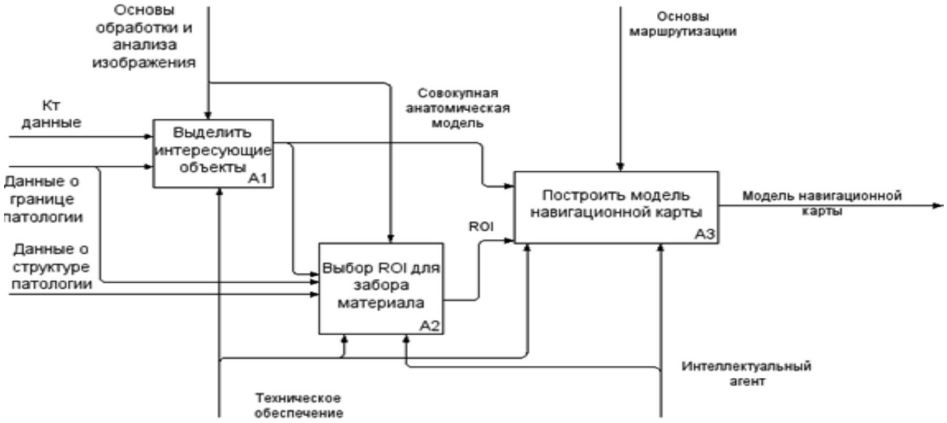


Рис. 2. IDEF0-модель первого уровня «модель навигационной карты для проведения бронхоскопии»

На рис. 3 представлена функционально-структурная модель проектируемой модели второго уровня «выделить интересующие объекты», иллюстрирующая основные этапы выделение интересующих объектов на КТ снимков, для дальнейшей работы с ними.

На рис. 4 представлена функционально-структурная модель проектируемой модели второго уровня «выбор ROI для забора материала», иллюстрирующая основные этапы выбора ROI для забора материала.

На рис. 5 представлена функционально-структурная модель проектируемой модели

второго уровня «построить модель навигационной карты», иллюстрирующая основные этапы построения модели для навигации.

Таким образом, проведенное моделирование предлагаемого решения позволило не только визуализировать его структуру и способ функционирования, а также доказать выдвинутую гипотезу, которая является доказательством научной новизны предлагаемого решения, которая состоит в том, что автоматически выбирается ROI основе границе и структуры патологии.

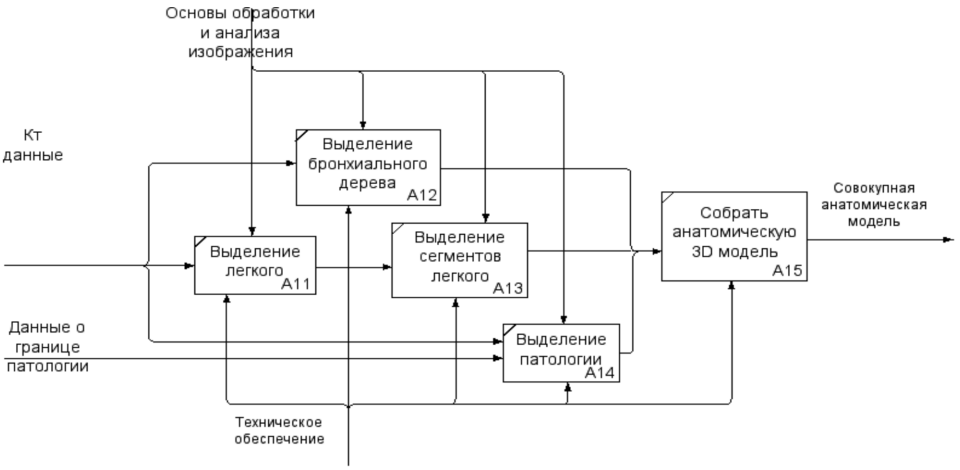


Рис. 3. IDEF0-модель второго уровня «выделить интересующие объекты»

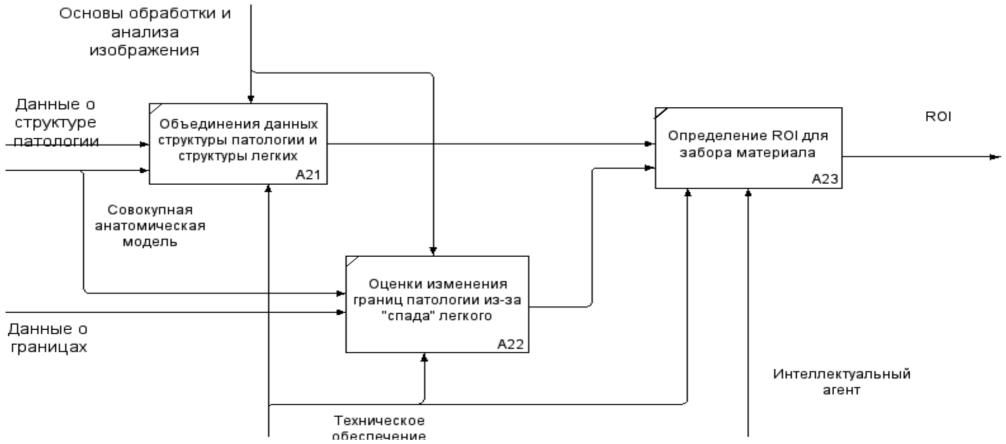


Рис. 4. IDEF0-модель второго уровня «выбор ROI для забора материала»

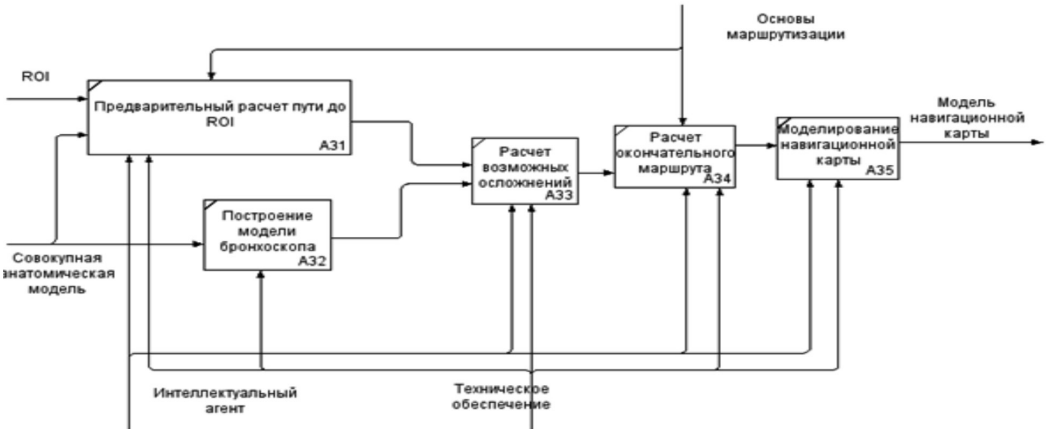


Рис. 5. IDEF0-модель второго уровня «построить модель навигационной карты»

Математическая модель интеллектуального агента для навигации в пространстве подробно рассмотрена во многих работах. Мы адаптировали и использовали математическую модель из работы [15].

Описание систем проектируемой модели

В результате моделирования были выделены следующие составляющие разрабатываемой модели:

1. Подсистема выделения анатомии легких. Подсистема предназначена для того, чтобы создать 3D модели бронхиального дерева и выделить сегменты легкого. Для выделения анатомии легкого используют методы сегментации и морфологические операции.

Сначала в систему поступают первичные КТ-данные. Потом эти данные используются для построения 3D модели легких и 3D бронхиального дерева, и после система выделяет сегменты легкого.

2. Подсистема определения ROI для забора материала. На основе полученной информации о структуре патологии и структуры бронхиального дерева задача этой подсистемы – выбрать оптимальное место для биопсии, которая будет целевой точкой для интеллектуального агента.

3. Подсистема маршрутизации. Данная подсистема высчитывает маршрут до ROI с помощью интеллектуального агента и визуализирует его.

Выводы

В ходе работы были получены как научные, так и практические результаты:

1. Сформулированы и проанализированы проблемы, обоснованные анатомическими и физиологическими особенностями легких. Показана перспективность и актуальность разработки модели маршрутизации для бронх-навигации при онкологической диагностике легких.

2. В ходе исследования был проведен литературно-аналитический обзор существующих методов бронх-навигации и алгоритмов планирования пути.

3. Были выявлены критерии модели для построения навигационной карты и рассмотрены методы бронх-навигации и алгоритмы решения задач планирования пути с помощью интеллектуального агента.

4. На этапе моделирования были предложены алгоритмическая и функционально-структурная модели.

5. Были описаны подсистемы предлагаемого решения с точки зрения их технологии и функционирования на основе проведенного моделирования и его анализа.

Таким образом, разработана модель маршрутизации для бронх-навигации, которая включает в себя все необходимые критерии обработки и анализа КТ изображений для создания навигационной карты с использованием интеллектуального агента (для синтеза соответствующих правил и построения маршрута). Использование такой индивидуальной навигационной карты позволит повысить эффективность методов бронхоскопии для получения информативного патологического материала, что в свою очередь позволит с большей вероятностью поставить диагноз и назначить верное лечение.

Список литературы

1. Филатова Е.А., Скорняков С.Н., Медвинский И.Д., Савельев А.В., Цвиренко А.С., Черняев И.А., Федорова О.К., Бердников Р.Б., Валуева В.Н. Роль 3D-моделирования органов грудной клетки в диагностике диссеминированных поражений легких // РМЖ. 2016. № 16. С. 1046–1050.

2. Кузюта И.Л., Хелашвили С.Р. Возможности применения эндоскопических биопсий в дифференциальной диагностике при бронхолегочной патологии // Молодой ученый. 2017. № 1. С. 315–317.

3. Тамашакина Г.Н., Кривонос П.С., Дюсьмикеева М.И. Эффективность эндоскопических биопсий в диагностике бронхолегочных заболеваний // Гродно. 2015. С. 248–250.

4. Зайцев Н.Н., Маркина С.Э., Филатова Е.А. Симулятор выбора места забора материала при проведении трансбронхиальной биопсии при диссеминированных поражениях легких // Студенческий научный форум: материалы VI Международной студенческой научной конференции. 2014. [Электронный ресурс]. URL: http://scienceforum.ru/2014/article/2014001657 (дата обращения: 07.04.2020).

5. Aguilar W.G., Abad V., Ruiz H. RRT-Based Path Planning for Virtual Bronchoscopy Simulator. Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. 2017. P. 155–165. [Electronic resource]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-60928-7_13 (date of access: 22.04.2020).

6. Carles Sánchez, Marta Diez-Ferrer, Jorge Bernal. Navigation path retrieval from videobronchoscopy using bronchial branches. In CLIP, LNCS 9401. 2015. P. 62–70.

7. Sánchez C., Esteban-Lansaque A., Borras A. Towards a videobronchoscopy localization system from airway centre tracking. In VISIGRAPP. 2017. P. 352–359.

8. Игнатова А.М. Алгоритм обработки изображений тонкослойной компьютерной томографии легких человека для создания трехмерной модели внешних контуров бронхиального дерева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. Вып. 64. С. 23–29.

9. Jason D. Gibbs, Pinyo Taeprasarsit, William E. Higgins. Planning and visualization methods for effective bronchoscopic target localization. Proc. SPIE 8316, Medical Imaging. 2012: Image-Guided Procedures, Robotic Interventions, and Modeling, 83161H 17 February 2012. P. 1–12.

10. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 3-е изд. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1408 с.

11. Казаков К.А., Семенов В.А. Обзор современных методов планирования движения // Труды ИСП РАН. 2016. Т. 28. № 4. С. 241–294.

12. Корепанов К.Е., Рогозин О.В., Филиппов М.В. Разработка метода поиска пути в неизвестном окружении интеллектуальным агентом. М., 2014. С. 115–124.

13. Botea M., Muller J. Schaeffer. Near optimal hierarchical path-finding. Journal of Game Development. 2004. № 1. P. 7–28.

14. Камильянов А.Р. Планирование траекторий движения многозвенного манипулятора в сложном трехмерном рабочем пространстве на основе эволюционных методов: дис. … канд. техн. наук. Уфа. УГАТУ, 2007. 108 с.

15. Жуков С.Ю. Навигация интеллектуальных агентов в сложных синтетических пространствах: дис. … канд. физ.-мат. наук. Санкт-Петербург. ГТУ, 2000. 127 с.

УДК 004.272.23(591)

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНОМ ЦЕНТРЕ (СИРЦ) СОЮЗА МЬЯНМЫ

[1]Тхуреин К.Л., [1]Богданов А.В., [2]Пья Сон Ко Ко, [2]Чжо За

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

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

В данной статье рассмотрены ключевые принципы правительства Мьянмы по развитию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в которых ключевую роль играет создание Ресурсного центра для государственного управления, субъектов экономики, науки и образования. Его основная задача – предоставление качественных информационных и вычислительных услуг, а в период кризиса и в условиях недостаточности диверсификации прогнозирования и планирования социальных и экономических процессов и в альтернативной организации всесторонней информационно-вычислительной поддержки систем государственного управления Союза Мьянмы. В данной статье показаны методы консолидации данных с использованием Распределенной Федеративной СУБД. Определены ЭКО системы Больших Данных на основании инструментария работы с ними. Проект суперкомпьютерного центра для Правительства Республики Мьянмы Больших данных (Big Data) поддерживает файловые системы, обеспечивая работу иерархической системы запоминающих устройств. Для создания многопользовательских прикладных информационных систем применяют общепринятые системы управления базами данных (СУБД), поддерживающие реляционную модель представления данных и ориентированные на распределенную обработку данных. В данной статье рассматриваются технологии, которые в дальнейшем будут тестироваться. В основном описание посвящено модели данных и модели запросов. Знать модель данных крайне важно, так как данные будут моделироваться для тестов, и впоследствии будут оптимизироваться. Рассматриваются тестируемые базы данных No SQL, Cassandra и Riak.

Ключевые слова: распределенные базы данных, распределенная система, централизованные базы данных, федеративные базы данных, СУБД, SVDMS, Vmware

BIG DATA PROCESSING TECHNOLOGIES IN THE SPECIALIZED INFORMATION RESOURCE CENTER (SIRC) OF THE UNION OF MYANMAR

[1]Tkhurein K.L., [1]Bogdanov A.V., [2]Pyae Sone Ko Ko, [2]Kyaw Zaya

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

[2]Saint-Petersburg State Marine Technical University, St.Petersburg, e-mail: pyaesonekoko@gmail.com, kyawzaya4436@gmail.com

This article is providing the principles of the Government of Myanmar for the development of information and communication technologies (ICT), which can create of a Resource Center for public administration, subjects of the economy, science and education section with a play key role. Its main task is to provide quality information and computing services, in times of crisis and in conditions of insufficient diversification of forecasting and planning of social and economic processes and in the alternative organization of comprehensive information and computing support for public administration systems of the Union of Myanmar. This article shows methods of data consolidation using Distributed Federated DBMS. Defined the system of Big Data and based on the tools for working with them. Big Data supports file systems, providing a hierarchical system of storage devices. To create multi-user application information systems, generally accepted database management systems (DBMSs) are used that support the relational model of data representation and are focused on distributed data processing. In this article discusses about the technologies will be tested in the future. The main description is devoted to the data model and the query model. Knowing the data model is extremely important, as the data will be modeled for tests, and subsequently will be optimized. We tested about No SQL, Cassandra and Riak and their test results for BigDATA.

Keywords: distributed databases, distributed system, centralized databases, federated databases, DBMS, SVDMS, Vmware

Правительство Мьянмы работает над достижением цифрового видения Мьянмы на будущее путем создания национальной политики в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Правительство Мьянмы признает, что развитие информационно-коммуникационных технологий является незаменимым фактором для среднесрочного и долгосрочного роста Мьянмы и представляет собой потенциал данного роста, а также является важным условием для повышения эффективности исполнения бюджета и административной эффективности посредством «электронного правительства».

Создание сети высокопроизводительных вычислительных центров в Союзе Мьянмы является сложной и важной задачей. Назначением ВВЦ (Ресурсного центра) является предоставление органам государ-

ственного управления, субъектам экономики, науки и образования качественных информационных и вычислительных услуг, а в период кризиса и в условиях недостаточности диверсификации прогнозирования и планирования социальных и экономических процессов также заключается и в альтернативной организации всесторонней информационно-вычислительной поддержки систем государственного управления Союза Мьянмы на базе высокопроизводительных вычислений особой результативности.

Ресурсный центр несёт также функции обеспечения бесперебойной работы всей иерархической корпоративной системы высокотехнологичных отраслей промышленности в целом, а также функции обеспечения связи между отдельными отраслями и их предприятиями. В функции Ресурсного центра входит, что информационно-алгоритмическое обеспечение решения ресурсоёмких научно-технологических задач [1].

Ресурсный центр должен обеспечивать информационное обслуживание пользователей. Он должен быть укомплектован экспертами и специалистами в различных прикладных областях, способных оптимизировать использование вычислительных ресурсов и предлагать новые решения преодоления возникающих проблем.

Цель работы состоит в исследовании и разработке технических решений для анализа построения и применения высокопроизводительных вычислительных систем как основы суперкомпьютерной инфраструктуры для наукчных иследование. Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

– Разработка архитектуры, повышения производительности и параллельному управлению распределенными системами баз данных для создания многопользовательских прикладных информационных систем.

– Создание суперкомпьютеров с различным набором характеристик, сетевых и программных решений, воплотивших в себя разработанные архитектурные, сформировать на их основе интегрированную вычислительную информационно-коммуникационную среду проведения научных исследований и решения прикладных задач.

Суперкомпьютерные технологии и создание центров высокопроизводительных вычислений

В данной статье мы приведём наши предложения по насыщению создаваемого вычислительного центра компьютерными системами. На рис. 1 приведена общая, укрупнённая схема вычислительного центра. К основным компонентам центра относятся вычислительный комплекс, сети и комплекс хранения данных. Поскольку стоимость систем вычислительного кластера и необходимого программного обеспечения составляет внушительную сумму, то развёртывание центра и насыщение его необходимым оборудованием будет происходить последовательно, в течение всего срока создания Специализированного информационно-ресурсного центр СИРЦ.

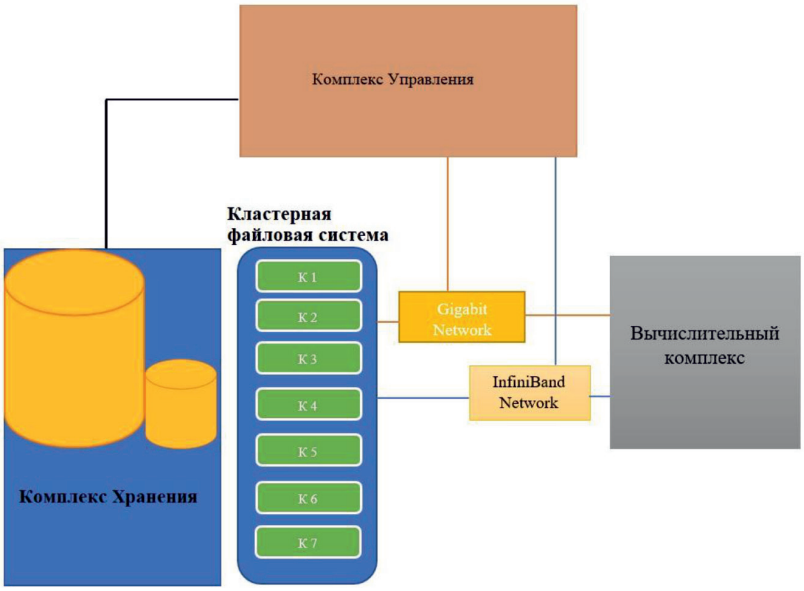


Рис. 1. Общая схема сбалансированной архитектуры суперкомпьютерного центра

Структурно-технические решения приводят к тому, что суперкомпьютерные системы быстро обновляются. Чтобы работа суперкомпьютерных центров была максимально эффективной, ориентируются на наиболее современные и быстродействующие системы.

Современный суперкомпьютер строится путем объединения большого количества серийно выпускаемых быстродействующих микропроцессоров, которые используются также и для построения обычных рабочих станций и серверов [2, 3].

В условиях современного развития телекоммуникационных технологий отпадают жёсткие ограничения географического размещения Ресурсного центра. Основополагающим условием выбора является наличие научного коллектива, способного разработать, организовать и эксплуатировать данный Центр. Наиболее целесообразным вариантом является его создание на базе научного центра (высокопроизводительных вычислений и информационных систем) в городе Най Пей До, который имеет необходимые вычислительные средства, коммуникационное оборудование и научный коллектив, способный выполнить работы по созданию Ресурсного центра в кратчайшие сроки [4].

Разместить Центр целесообразно на площадях, имеющих необходимую инфраструктуру для функционирования, как открытой, так и закрытой части Центра, прежде всего энергообеспеченность. Размещение на одних и тех же площадях открытой и закрытой части желательно, но некритично. Площадка под центр должна иметь возможности как для размещения и функционирования открытой части центра, в статусе международного центра GRID (отдельное здание с необходимыми телекоммуникационными каналами связи с международными и национальными информационными сетями), так и для закрытой части (с реализацией условий обработки и передачи закрытой информации).

Вычислительные и телекоммуникационные ресурсы создаваемого Центра позволяют обеспечить в первую очередь не только наиболее изученные потребности большой строительной промышленности, но и потребности других стратегических отраслей промышленности, в частности ТЭК, что резко повышает эффективность функционирования Центра [5].

Анализ и развитие технологий обработки больших данных в научных исследованиях

Одной из важных областей использования высокопроизводительных вычислительных центров является создание и обработка функций базы данных. Создние вычислительных средств в вычислительно-информационные узлы и организация позволит создать единый вычислительно-информационный ресурс, БД в естественных и гуманитарных науках [6].

Под большими данными понимается широкое разнообразие массивов данных, которые не могут быть обработаны традиционными приложениями из-за своего огромного объема. Анализ больших данных – сложная работа: разделение, контроль, передача, визуализация, хранение и сохранение информации [7]. Большие данные анализа часто подразумевают применение прогнозной аналитики или других передовых методов с целью извлечения из разных данных определенной информации.

В области математики на научном потенциале больших данных системы очень важна оптимизация технологии решения задач на высокопроизводительных вычислительных системах на использовании крупномасштабного моделирования [8].

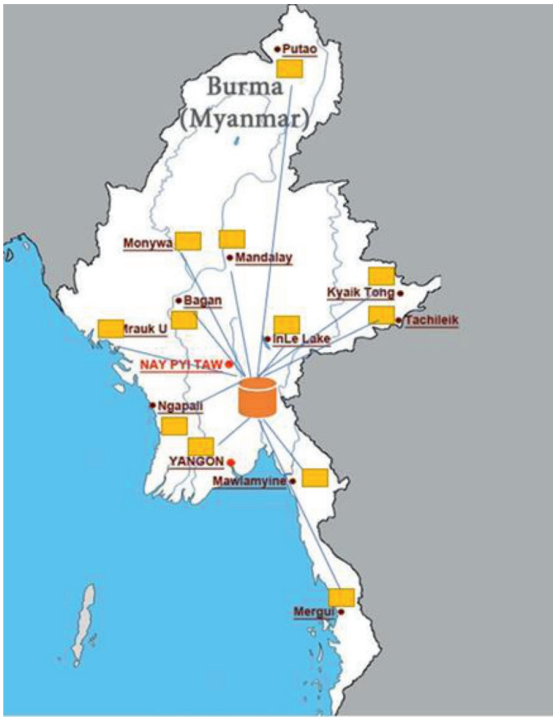


Рис. 2. Высокопроизводительная серверная архитектура центра обработки данных в Союзе Мьянмы

Анализ Системы управления Большими данными и их результаты

В этой статье представлены результаты тестирования производительности баз

данных. Результаты представлены для трех различных баз данных: Cassandra, Riak и MySQL. В распределенной системе базы данных должны быть установлены в кластере, который содержит несколько узлов. Производительность операций чтения, как ожидается, увеличится с увеличением фактора репликации, в то время как производительность операции записи, как ожидается, уменьшится, так как система имеет дополнительную нагрузку из-за необходимости выполнять те же операции записи в различных узлах. Кроме того, во фрагментированной MySQL не предусмотрен никакой механизм репликации. Но это выходит за рамки этой работы по оценке производительности и изучению влияния репликации на базы данных NoSQL [9].

Результаты деятельности представлены в этой статье в соответствии с двумя типами рабочих нагрузок: «в основном чтение» (read heavy) и «чтение и запись» (write heavy).

В этом тесте измерялась производительность баз данных при большом количестве операций обновления данных. В данном случае 30 процентов составляли операции обновления, а остальные 70 процентов – операции чтения. На рис. 3 можно наблюдать среднее время ожидания чтения и обновления, когда нагрузка на систему возрастает. Как показано на рисунке, для всех систем задержка операций увеличивалась при увеличении нагрузки.

Cassandra, которая оптимизирована для большого числа операций записи, имела наименьшую задержку при высокой нагрузке, как для чтения, так и для операций обновления. Riak и MySQL масштабируются в геометрической прогрессии, достигая аналогичной задержки в соответствии с нагрузкой, особенно при низких нагрузках. С другой стороны, Cassandra масштабируется линейно, хотя для операций чтения сначала и были более высокие задержки, чем у других систем. На Riak и MySQL операции обновления всегда имеют большие задержки, чем операции чтения при той же нагрузке. Тем не менее на Cassandra наблюдается обратное: операции обновления всегда были быстрее [10, с. 31–32].

Что касается операций чтения, существует не такая большая разница в результатах в отношении трех систем. Тем не менее на операциях обновления существует высокая дисперсия по трем системам, особенно при более высоких нагрузках (более 7000 операций/с). При 10000 операциях/с Cassandra достигла средней задержки 9,85 мс для операций обновления, что на 80% меньше, чем Riak (48,54), и на 71% меньше, чем MySQL (33,01).

Ожидается, что за счет увеличения доли операций обновления производительности Cassandra будет продолжать улучшаться, так как она выполняет операции записи более эффективно, чем операции чтения, в то время как другие системы будут работать хуже, увеличивая разницу в производительности между Cassandra и MySQL и Riak [11, с. 42–43].

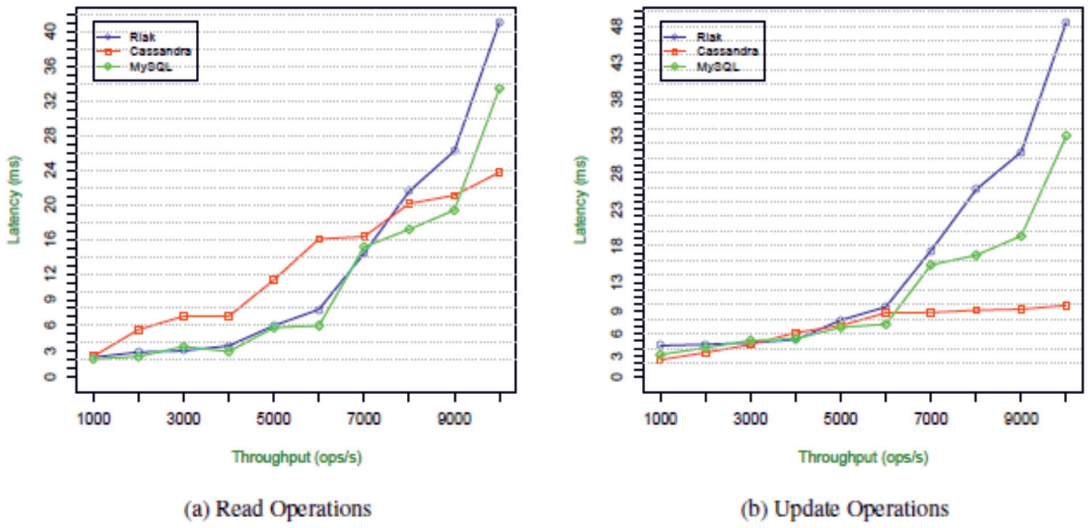


Рис. 3. Результаты тестирования с типом нагрузки вида «чтение и запись»

Выводы

Проведенные тесты показывают, что Cassandra и Riak обеспечивают производительность на уровне с реляционной базой данных. Cassandra обеспечивает гораздо лучшую производительность, чем остальные системы, если речь идет об операциях записи, но ее общая производительность снижается из-за операций записи. Производительность Riak очень похожа на шардинг MySQL.

Поддержание высокого уровня науки поможет не только сохранить научный потенциал Союза Мьянма, но и окажет позитивное влияние на дальнейшее развитие науки. В данной статье приведены наши предложения по насыщению создаваемого вычислительного Специализированного информационно-ресурсного центра (СИРЦ) для Мьянманских ученых, сохраняя и возрождая Мьянманскую научную элиту.

В Центре предусматриваются подразделения и инфраструктурные мощности, обеспечивающие следующие направления: аналитико-прогнозное, экономики жизнедеятельности, системного моделирования, ситуационного анализа, социологическое, исследовательско-конструкторское по отраслям, информационно-образовательное, развития прикладного программирования, интерфейсного обеспечения, статистического структурирования, высокоскоростной сети, удаленного обмена данными, математического моделирования и алгоритмов, использования микропроцессорной базы, конструирования микроэлектроники, архитектуры высокопроизводительных вычислений, инфраструктуры высокопроизводительных вычислений, распределенных вычислений, программирования суперкомпьютеров и др.

Список литературы

1. Irina Ulitina, Thurein Kyaw Lwin, Alexander Bogdanov. The Impact Of Big Data On The Choice Of Used Storages And Modern Trends In Managing Big Data. Computer Science and Information Technology, CSIT 2019. P. 57–59.

2. Сергей Абрамов. Суперкомпьютеры: Обратные Рекорды // Наука и Жизнь. 2019. № 1. С. 42–45.

3. Богданов А.В., Тхуреин Киав Лин. Использование Технологий БД Для Системной Интеграции Гетерогенных Комплексов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. № 4. С. 21–24.

4. Леонид Черняк. Смутное время СУБД // Открытые системы. 2012. № 2. С. 13–17.

5. Min Chen, Shiwen Mao, Yin Zhang, Victor C.M. Leung. Big Data: Related Technologies, Challenges, and Future Prospects. Springer Briefs in Computer Science. 2014. P. 51–57.

6. Mike Hogan. Shared-Disk vs. Shared-Nothing. Comparing Architectures For Clustered Databases. [Electronic resource]. URL: http://www.scaledb.com/pdfs/WP_SDvSN.pdf (date of access: 22.03.2020).

7. Charu C Aggarwal. An introduction to social network data analytics. Springer Science and Business Media. 2011. P. 56–58.

8. James Manyika. Big data: The Next Frontier For Innovation, Competition, And Productivity. McKinsey Global Institute. 2011. June. P. 27–31.

9. Мартин Фаулер, Прамодкумар Дж. Садаладж. NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных. М.: «Вильямс», 2013. С. 154–158.

10. Васвани В. MySQL: использование и администрирование. СПб.: «Питер», 2011. 368 с.

11. Гольцман В. MySQL Библиотека программиста. СПб.: «Питер», 2010. 253 с.

ОБЗОРЫ

УДК 004.032.26:004.932

ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЮ

Габдиев Ф.Ф., Сметанина О.Н., Сазонова Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: faritgabdiev@mail.ru, smoljushka@mail.ru, rassadnikova_ekaterina@mail.ru

В статье определено место нейронных сетей в задаче распознавания образов. Приведены архитектуры нейронных сетей, такие как неокогнитрон, автокодировщик, кресцептрон, очень глубокий обучатель, глубокие сети доверия, сеть долго–краткосрочной памяти, сети Inception, описана история их развития. Авторами также представлен анализ методов обучения глубоких нейронных сетей, а именно, метод на основе правил Хэбба, метод группового учета аргументов, алгоритм обратного распространения ошибки, метод стохастического градиентного спуска. Приведены результаты анализа существующих библиотек, во многом благодаря которым в последнее время отмечен высокий рост применения описываемых технологий. Широкий спектр архитектур нейронных сетей, методов их обучения и готовых библиотек позволяет выявить наиболее приспособленные для конкретной задачи и типа данных. Представлены результаты решения задачи распознавания лиц по фотоизображению с применением глубоких нейронных сетей. Методика решения задачи распознавания лиц по фотоизображению включает пять этапов. Первые два этапа направлены на подготовку данных с использованием методов выравнивания гистограммы, сегментации цветного изображения в цветовом пространстве RGB на основе цветопередачи. Два следующих этапа – поиск «точек интереса», дальнейшее нахождение расстояний между ними и их отношениями – выполняются с целью обнаружить черты лица с использованием алгоритма ближайшего соседа. Заключительным этапом в распознавании лиц в методике на основе фотографий является процесс идентификации, когда классифицируются точки интереса, изображенные на фотографии, полученной на предыдущих этапах с использованием нейросетей. Предложенная методика для решения задачи обеспечивает положительный результат.

Ключевые слова: глубокие нейронные сети, распознавание образов, обучение нейронной сети, архитектура нейронной сети, машинное обучение

DEEP NEURAL NETWORKS FOR SOLVING PERSONAL RECOGNITION TASK

Gabdiev F.F., Smetanina O.N., Sazonova E.Yu.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: faritgabdiev@mail.ru, smoljushka@mail.ru, rassadnikova_ekaterina@mail.ru

This article defines the place of neural networks in pattern recognition task. Neural network architectures (Neocognitron, Autoencoder, Cresceptron, History Compressor, Deep Belief Network, Long Short-Term Memory, Inception) are given. Also, the history of these architectures' development is described. Authors presented the analysis of the learning methods of deep neural networks, namely, Hebb Rule Method, Group method of data handling, The backpropagation algorithm, Stochastic gradient descent algorithm. The results of existing libraries analysis are given, in many respects thanks to which a high growth in the use of the described technologies has been noted recently. A wide range of neural network architectures, learning methods and ready-made libraries allow to identify the most suitable for a particular task and data type. The results of the face recognition problem solving by photographs using deep neural networks. The technique for solving the face recognition problem by photographs includes five steps. The first two stages are aimed at preparing data using histogram equalization methods, color image segmentation in RGB color space based on color saliency. The next two stages are the search for «points of interest», that is finding the distances between them and their relationships are performed in order to detect facial features and using the nearest neighbor algorithm. The final step in face recognition is identification process. That is, points of interest are classified as depicted in a photograph obtained in previous steps using neural networks. The proposed technique for solving the problem assures a positive result.

Keywords: deep neural networks, pattern recognition, neural network training, neural network architecture, machine learning

Широкое распространение информационных технологий, усовершенствование архитектур нейронных сетей (НС), методов их обучения и разнообразие их программных реализаций [1–3], рост производительности компьютеров, в том числе GPU, способствуют использованию НС для решения задач в области распознавания образов. При наличии других инструментов для решения задач распознавания [4–6], в том числе с использованием машинного обучения, перечисленные факторы позволили глубоким нейронным сетям (ГНС) занять одну из значимых позиций за счет большей точности распознавания. В частности, ГНС хорошо себя зарекомендовали в компьютерном зрении, распознавании речи, биоинформатике и пр.

Вопросами разработки и использования ГНС для решения задач распознавания образов занимались многие российские и зарубежные специалисты [7–9].

В статье представлено современное состояние проблемы распознавания образов, определено место НС в решении задачи, описаны история возникновения и виды архитектур НС, методы обучения сетей, а также их программные реализации. Предложено решение задачи распознавания лиц по фотоизображению на основе ГНС.

Современное состояние проблемы распознавания образов с использованием нейронных сетей

Для этапа принятия решений в системах распознавания образов характерны такие задачи, как распознавание и классификация, математические постановки которых приведены на рис. 1.

Согласно [10] алгоритм распознавания – есть некоторая абстрактная система R: R= <A, S, P>, где A – множество классов, S – множество признаков для классификации, P – правила принятия решения при отнесении образа к классу.

Для рассматриваемых задач в настоящее время разработано множество методов и их реализация. Лопатина А.Д. [4] рассматривает решение задачи с использованием метода алгоритмических композиций. В публикациях Зенина А.В. [11], Туркова П.А., Красоткиной О.В. [12] приведен байесовский подход к распознаванию образов, Фомина А.Я., Каркищенко А.Н. [13] – методы статистической классификации, Симакова В.С., Луценко Е.В. [5] – методы классификации по сходству / разделимости и др. Как уже отмечено ранее, одним из средств решения задачи распознавания образов выступают НС (рис. 2) [7–9; 14].

Модель искусственного нейрона Маккаллока-Питтса, предложенная в 1943 г. [15], имеет N входных бинарных величин $x_1,..., x_n$, трактующихся как импульсы, и веса $\omega_1,..., \omega_n$ [8]. Связи могут быть возбуждающими (вес положительный), тормозящими (вес отрицательный). Выходной сигнал нейрона определяется как $a = \varphi\left(\sum_{i=1}^{N} \omega_i x_i\right)$, где φ – функция активации преобразует суммарный импульс в выходное значение нейрона [16]. В НС нейроны соединяются между собой определенным образом, сети имеют входной и выходной слои. При наличии нескольких слоев между ними можно говорить о многослойной НС.

Распознавание	*Классификация*
•Отнесение предъявляемых объектов к определенным классам с помощью применения известных правил классификации. •Обучение системы на множестве примеров - обучающей выборке объектов распознавания. •Процедура "обучение с учителем".	•Разбиение множества объектов на непересекающиеся классы по их формализованным описаниям. •От системы требуется способность различать объекты каким-либо способом по определенным признакам. •Процедура "обучение без учителя".
Дано: множество объектов $W=\{w_1, w_2, ..., w_N\}$. Объекты задаются значениями признаков x_i, $i=1,..., N$. На всем множестве W существует разбиение на подмножества (классы объектов). Разбиение на классы может быть задано полностью или определяться некоторой априорной информацией о классах. Найти: для каждого данного объекта w по его описанию и априорной информации вычислить значения предикатов, каждый из которых принимает истинное значение в том и только в том случае, когда объект w принадлежит к классу i.	Дано: множество объектов $W=\{w_1, w_2, ..., w_N\}$. Объекты задаются значениями признаков x_i, $i=1,..., N$. Задан критерий $K(I(w))$, позволяющий отличать объекты друг от друга в соответствии с определенным условием. Например, критерий может выдавать целое число, определяющее положение в некоторой ранговой системе. Построить: разбиение множества на классы в соответствии с заданным критерием. Число классов определяется по результатам выполнения классификации.

Рис. 1. Задачи системы распознавания образов и их математическая постановка

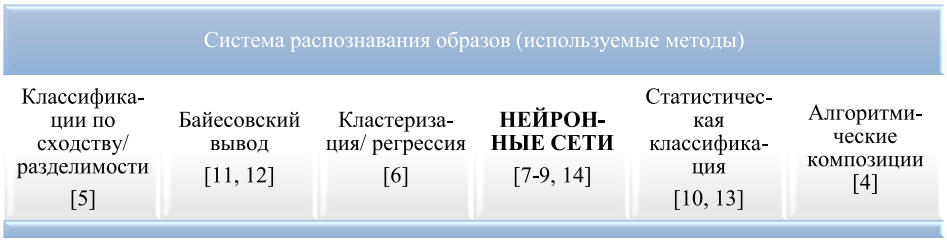


Рис. 2. Место НС в системе распознавания образов

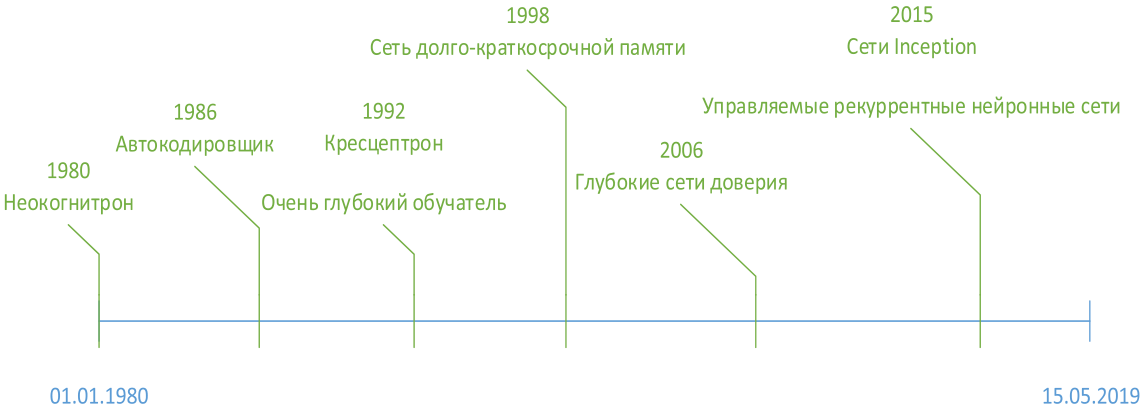


Рис. 3. Развитие архитектур НС

Среди трендов нынешнего времени в области нейронных сетей следует отметить сложность их архитектур («глубина», «ветвление слоев», «блочность», «структура»). Другими характеристиками как решаемой задачи, так и НС являются число описываемых нейронной сетью параметров, а также количество данных для обучения. С обучением также связана проблема «затухающего градиента».

Начало создания архитектур НС относят к 1980 г. Была предложена архитектура НС – неокогнитрон (рис. 3, 4). Во второй половине 80-х годов прошлого столетия Д. Баллард предложил подход к обучению НС без учителя на основе автокодировщика [17].

В 1992 г. появилась архитектура НС кресцептрон, в основу которого положен неокогнитрон. Наличие проблемы исчезающего градиента при обучении привело к новым архитектурам: очень глубокий обучатель (1992 г., сотни слоев) [18] направлен на применение предварительного обучения без учителя иерархии рекуррентных НС; НС – сеть долго-краткосрочной памяти. В 2006 г. Дж. Хинтоном и Р. Салахутдиновым была создана архитектура НС – глубокие сети доверия. Компанией Google в 2014 г. предложена архитектура сверточных НС Inception, которые начали активно развиваться [19].

Также предложена архитектура рекуррентных НС – управляемые рекуррентные НС. К 2017 г. НС имеют от нескольких тысяч до нескольких миллионов единиц и миллионы соединений. В 2017 г. Дж. Хинтоном описаны капсульные НС, позволяющие снижать ошибку распознавания объекта в другом ракурсе на 45 %, для обучения предложен алгоритм динамической маршрутизации между капсулами [7].

Процесс обучения НС направлен на настройку ее параметров посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена. Ниже представлены несколько методов обучения ГНС (рис. 5) [20–22]. Для указанных методов часто используются модификации, которые описаны далее при рассмотрении конкретной задачи.

Библиотеки глубокого машинного обучения

За последнее время создано множество библиотек для обучения НС, среди них можно отметить ApacheMXNet, Caffe, Keras, Theano и др. (рис. 6). Сравним наиболее популярные библиотеки (табл. 1) Theano, Caffe, Keras.

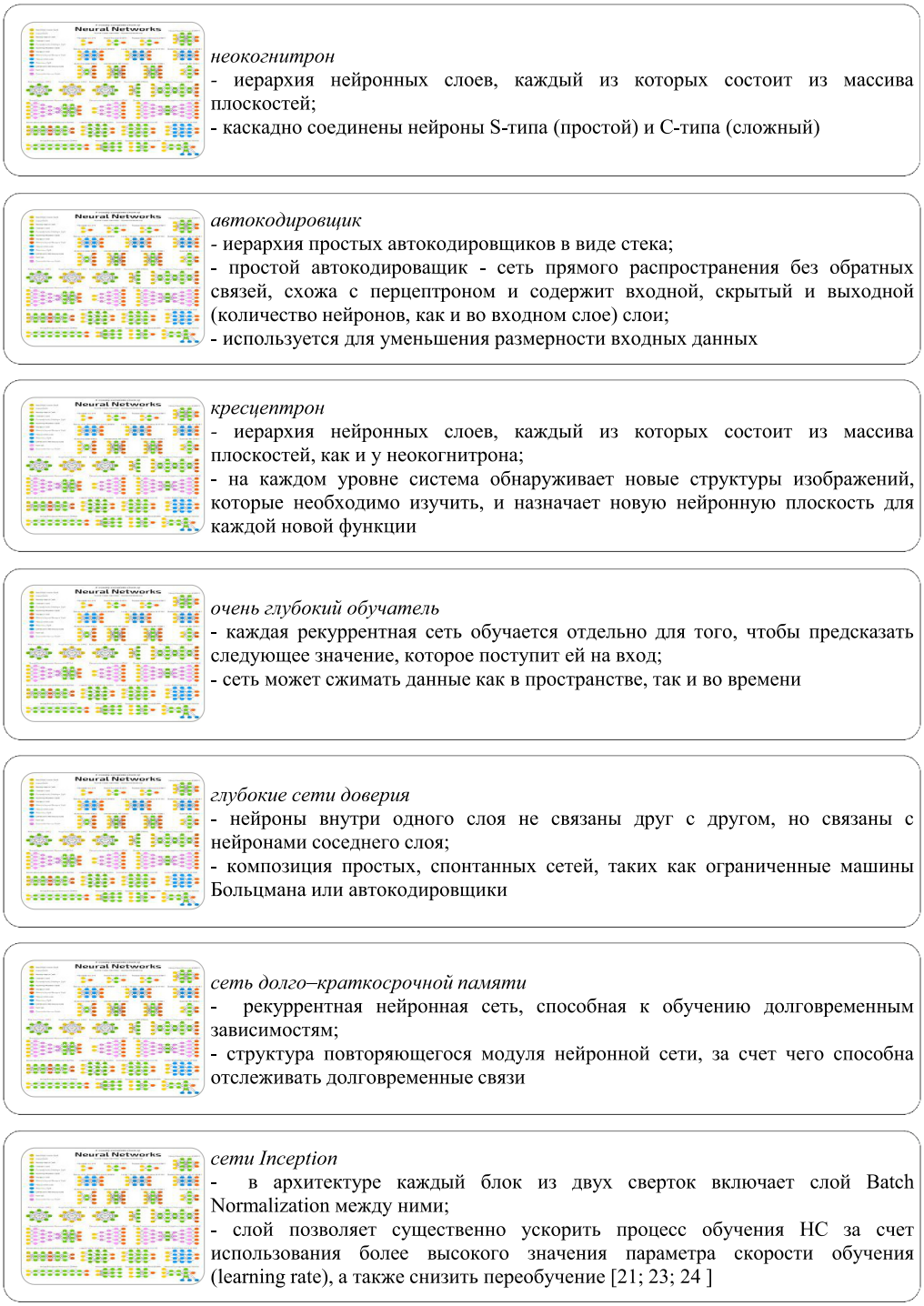


Рис. 4. Архитектуры НС

Библиотека Theano написана на Python. Вычисления в Theano выражаются синтаксисом NumPy и компилируются для эффективных параллельных вычислений. Keras, надстройка над Theano, позволяет настраивать гиперпараметры, предоставляет богатый выбор таких необходимых средств, как функции потерь, алгоритмы оптимизации, инструменты визуализации и загрузки популярных датасетов.

Caffe обеспечивает сверточные нейронные сети, долго-краткосрочную память и полностью соединенные НС.

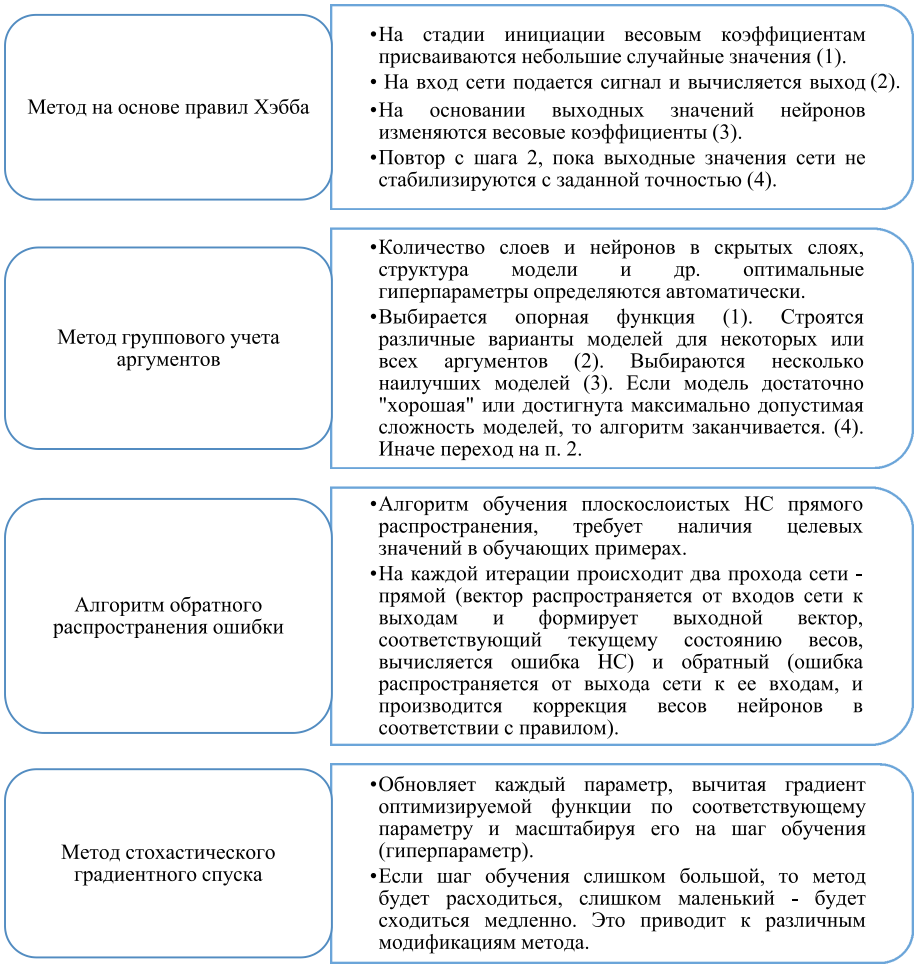


Рис. 5. Методы обучения ГНС

Таблица 1

Сравнение наиболее популярных библиотек

Наименование библиотеки / Критерии	Theano	Caffe	Keras
Язык	Python	C++	Python
Интерфейс	Python	Python, MATLAB	Python
API	+ (Python)	+ (C++, Python)	+ (Python)
Открытый исходный код	+	+	+
ОС	межплатформенность	Linux, Mac OS X, Windows	Linux, macOS, Windows
Точность на многослойном перцептроне Румельхарта,%	97.42	98.26	Нет данных
сверточной НС,%	99.16	99.1	Нет данных
Возможность создания сверточные НС	+	+	+
глубокие сети доверия	+	–	+
ограниченные машины Больцмана	+	–	+

Решение задачи распознавания лиц по фотоизображению

Методика решения задачи распознавания лиц по фотоизображению включает пять этапов. Первые два этапа направлены на подготовку данных с использованием методов выравнивания гистограммы, сегментации цветного изображения в цветовом пространстве RGB на осно-

ве цветопередачи [8; 25]. Два следующих этапа – поиск «точек интереса», дальнейшее нахождение расстояний между ними и их отношениями – выполняются с целью обнаружить черты лица с использованием алгоритма ближайшего соседа. Заключительным этапом в распознавании лиц в методике на основе фотографий является процесс идентификации, когда классифицируются точки интереса, изображенные на фотографии, полученной на предыдущих этапах с использованием НС.

Используются в эксперименте библиотеки Theano, Keras. Взаимодействие с Theano осуществлялось посредством библиотеки Keras, включающей ряд алгоритмов, в частности RMSProp, Adagrad, Adam и др. Обучение сверточной нейронной сети проведено с их использованием на базе 3 наборов по 1000 изображений различных размеров формата JPEG (табл. 2). Предложенный подход к решению проблемы в виде набора методов, реализованных на разных этапах, дает хороший результат.

Apache MXNet	•гибкая и масштабируемая среда глубокого обучения, •поддерживает модели глубокого обучения (сверточные НС и НС с кратковременной памятью).
Caffe	•поддерживает типы машинного обучения (задачи классификации и сегментации изображений), •обеспечивает сверточные НС, долгую краткосрочную память и полносвязные НС.
CNTK	•среда для проектирования и развития НС разнообразных видов, • позволяет совместить типы моделей - глубокие, сверточные и рекуррентные НС.
Fastai	•упрощает обучение быстрым и точным нейронным сетям, •используются современные методы.
Elephas	•расширение Keras, •позволяет запускать распределенные модели Deep Learning в масштабе с помощью Spark.
Keras	•позволяет описывать множество современных типов сетей в терминах предметной области, •упрощает и ускоряет эксперименты и разработку моделей.
Lasagne	•библиотека для НС, работающая поверх Theano, •набор готовых компонентов: слоев, алгоритмов оптимизации, функций потерь, инициализаций параметров.
Nolearn	•библиотека для создания и обучения НС в Theano, •поддерживает сверточные нейронные сети (CNN).
PyTorch	•библиотека машинного обучения для языка Python, •глубокие НС на базе системы autodiff.
Theano	•прозрачное использование GPU, эффективное дифференцирование переменных, быстрая и стабильная оптимизация.

Рис. 6. Библиотеки глубокого машинного обучения

Таблица 2

Анализ характеристик методов

Наименование метода	Точность,%	Характеристики метода
RMSProp	83	+* решение нестационарных задач
Метод адаптивного градиента (Adagrad)	81	+ отсутствие необходимости точно подбирать скорость обучения, –** сумма квадратов обновлений может увеличиваться сколько угодно, что может привести к параличу алгоритма
Adadelta	73	+* сумма градиентов заменяется на экспоненциально затухающее среднее квадратов градиентов, полученных на предыдущих шагах
Метод адаптивной оценки моментов (Adam)	76	+* способность справляться с разреженными градиентами, +* способность решать нестационарные задачи
Метод стохастического градиентного спуска (SGD)	78	+* легко реализуется, легко добавить регуляризацию, +* функция потерь и семейство алгоритмов могут быть любыми, +* возможно потоковое обучение, +* подходит для задач с большими данными, –** нет универсального набора эвристик, их нужно выбирать для конкретной задачи отдельно
*достоинства, ** недостатки методов		

Добавление этапа предварительной обработки, в частности использование метода выравнивания гистограммы, может значительно улучшить качество распознавания. В сложных наборах данных могут быть некоторые ошибки, которые могут быть обнаружены только в экспериментальных условиях.

Программная реализация подхода демонстрирует устойчивость к горизонтальному и вертикальному повороту изображения на углы 10 и 5 градусов соответственно. Некоторые проблемы возникают при нанесении различных посторонних предметов на лицо (очки, усы, синяки).

Выводы

Результаты анализа современного состояния проблемы распознавания образов с использованием нейронных сетей показывают, что на этапе принятия решений характерны задачи непосредственно распознавания и кластеризации. Широкий спектр архитектур нейронных сетей, методов их обучения и готовых библиотек позволяет выявить наиболее приспособленные для конкретной задачи и типа данных.

Предложенный подход к решению проблемы в виде набора методов (выравнивание гистограммы; сегментация цветного изображения в цветовом пространстве RGB на основе цветопередачи; измерение расстояний между маркерами, прикрепленными к ориентирам на лице; алгоритм ближайшего соседа), реализованных на разных этапах, дает хороший результат.

Результаты исследований, приведенные в статье, получены в рамках выполнения грантов РФФИ 18-07-00193, 19-07-00709 и государственного задания № FEUE-2020-0007.

Список литературы

1. Базанов П.В., Джосан О.В. Выделение информативных признаков на изображении лица в задаче идентификации человека // Сибирский журнал вычислительной математики. 2006. Т. 9. № 3. С. 207–214.

2. Чабан Л.Н. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учебное пособие. М.: МИИГАиК, 2016. 94 с.

3. Seide F., Agarwal A. CNTK: Microsoft's Open-Source Deep-Learning Toolkit. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discoveryand Data Mining (KDD '16) (San Francisco, California, USA, August 13–17, 2016). 2016. P. 2135–2135.

4. Лопатина А.Д. Выделение области лица с помощью комбинации методов цветовой и яркостной сегментации // Вестник УГАТУ. 2009. Т. 13. № 2 (35). С. 180–187.

5. Симаков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Краснодар: Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та, 1999. 318 с.

6. Таскин А.С., Миркес Е.М. Линейная регрессия с кластеризацией по признаку на данных с действительными величинами // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. Математика, механика, информатика. 2012. № 3 (43). С. 71–76.

7. Головинов А.О. Анализ существующих решений в области распознавания образов (на примере капсульных сетей) // Молодой исследователь Дона. 2018. № 3 (12). С. 37–39.

8. Gabdiev F.F., Yusupova N.I., Smetanina O.N., Sazonova E.Yu. Models and Methods for Solving Face Recognition Problem by Photos. Computer Science and Information Technologies (CSIT 2019): proceedings of the 21st International Workshop. 2019. [Electronic resource]. URL: https://www.atlantis-press.com/proceedings/csit-19/125927871 (date of access: 12.04.2020).

9. Ghorpade S., Ghorpade J., Mantri Sh. Pattern recognition using neural networks. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT). 2010. Vol. 2. No. 6. P. 92–98. [Electronic resource]. URL: https://www.re-

searchgate.net/publication/49595577_Pattern_Recognition_Using_Neural_Networks (date of access: 14.04.2020).

10. Фомин Я.А. Распознавание образов: теория и применения. М.: ФАЗИС, 2012. 429 с.

11. Зенин А.В. Анализ методов распознавания образов // Молодой ученый. 2017. № 16. С. 125–130.

12. Турков П.А., Красоткина О.В. Байесовский подход к задаче обучения распознаванию образов в нестационарной генеральной совокупности // Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок: труды 2-й Международной молодежной научной школы. 2011. [Электронный ресурс]. URL: https://docplayer.ru/45679251-Bayesovskiy-podhod-k-zadache-obucheniya-raspoznavaniyu-obrazov-v-nestacionarnoy-generalnoy-sovokupnosti.html (дата обращения: 12.04.2020).

13. Каркищенко А.Н., Гречухин И.А. Статистическое распознавание лиц по геометрии характерных точек для систем транспортной безопасности // Информационные технологии в управлении. Управление большими системами. 2020. № 38. С. 65–77.

14. Еремеев Е.А. Распознавание образов в экспертных системах принятия решений // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 704–713.

15. Bergstra J., Breuleux O., Bastien F., et al. Theano: a CPU and GPU Math Expression Compiler. Proceedings of the Python for Scientific Computing Conference (SciPy) (Austin, TX, USA, June 28 – July 3, 2010). 2010. P. 3–10.

16. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т. 6. № 3. С. 28–59.

17. Ballard D.H. Modular Learning in Neural Networks. Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence (Seattle, Washington, USA, July 13–17, 1987). 1987. Vol. 1. P. 279–284.

18. Schmidhuber J. Learning Complex, Extended Sequences Using the Principle of History Compression. NeuralComputation. 1992. Vol. 4. No. 2. P. 234–242.

19. Jia Y., Shelhamer E., Donahue J., et al. Caffe: Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding. Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia (Orlando, FL, USA, November 03–07, 2014). 2014. P. 675–678. DOI: 10.1145/2647868.2654889.

20. Chollet. F., et al. Keras. 2015. [Electronic resource]. URL: https://github.com/fchollet/keras (date of access: 12.04.2020).

21. PadlePadle: PArallel Distributed Deep LEarning. [Electronic resource]. URL: http://www.paddlepaddle.org/ (date of access: 12.04.2020).

22. Chen T., Li M., Li Y. MXNet: A Flexible and Efficient Machine Learning Libraryfor Heterogeneous Distributed Systems. [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/abs/1512.01274 (date of access: 12.04.2020).

23. Abadi M., Agarwal A. Barham P. TensorFlow: Large-Scale Machine Learning onHeterogeneous Distributed Systems. Proceedings of the 12th USENIX Symposium onOperating Systems Design and Implementation (OSDI ’16) (Savannah, GA, USA, November 2–4, 2016). 2016. P. 265–283.

24. Collobert R., Kavukcuoglu K., Farabet C. Torch7: a Matlab-like Environment for MachineLearning. BigLearn, NIPS Workshop (Granada, Spain, December 12–17, 2011).

25. Друки А.А. Алгоритмы выделения лиц на статических RGB изображениях и в видеопотоке // Известия Томского политехнического университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2012. Т. 320. № 5. С. 65–69.

СТАТЬИ

УДК 378.14

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ В ВУЗЕ

Абдуллаева Г.М.

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, e-mail: gulnara.abdullaeva66@mail.ru

В данной научной публикации определены основные профессиональные задачи, направленные на повышение качества профессионального образования и обучения в вузе, в статье исследуются возможности формирования модели профессиональных компетенций студентов-дизайнеров при определенных педагогических условиях, реализуемых в образовательном пространстве высшей школы. Рассмотрена необходимость исследования образовательного процесса в формировании профессиональных компетенций. Обосновывается необходимость реализации педагогических условий и модели профессиональных компетенций в технологии обучения, что позволяет эффективно спроектировать процесс обучения и получить результат в соответствии с целями и задачами профессионального образования. Главная цель образования – это развитие культуры личности, формирование потенциала сознательных творческих креативных специалистов. Все методики должны исходить из этого методологического основного положения. Но для того, чтобы достичь этих задач, дизайн-образование должно быть профессиональным на всех уровнях, решать задачи подготовки дизайнеров, имеющих широкую гуманитарную и фундаментальную подготовку в области теоретической и практической методологии проектирования. Все это предъявляет особые требования к оснащенности дизайнера комплексом профессиональных компетенций в области художественного проектирования и декоративно-прикладного искусства в использовании знаний, умений и навыков в своей практической деятельности. Поэтому сегодня чрезвычайно актуальны поиски новых методов, инновационных путей эффективного решения этих проблем. На основе модели в нашем исследовании складываются матрица кадрового потенциала и потенциал к развитию, направленный на формирование у будущих студентов-дизайнеров конкурентоспособности на рынке труда, мобильности и предприимчивости, готовности к профессиональной деятельности, стремления брать на себя ответственность за результат. Поскольку для осуществления своей профессиональной деятельности профессионалу необходимо не только владеть базовыми знаниями своего направления, но и владеть ремеслом, профессией дизайнер, что и определяет актуальность данной публикации.

Ключевые слова: дизайн, фактор, педагогические условия, метод, исследование, профессионализм, практико-ориентированность

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR MODEL FORMATION PROFESSIONAL COMPETENCIES OF DESIGN STUDENTS AT THE UNIVERSITY

Abdullaeva G.M.

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, e-mail: gulnara.abdullaeva66@mail.ru

This scientific publication identifies the main professional tasks aimed at improving the quality of professional education and training at a university, the article explores the possibilities of forming a model of professional competencies of design students under certain pedagogical conditions implemented in the educational space of higher education. The necessity of studying the educational process in the formation of professional competencies is considered. The necessity of implementing pedagogical conditions and a model of professional competencies in training technology is substantiated, which allows you to effectively design the learning process and get the result in accordance with the goals and objectives of professional education. The main goal of education is the development of a personality culture, the formation of the potential of conscious creative creative specialists. All methods should proceed from this methodological framework. But in order to achieve these goals, design education must be professional at all levels, to solve the problems of training designers who have broad humanitarian and fundamental training in the field of theoretical and practical design methodology. All this makes special demands on the equipment of the designer with a complex of professional competencies in the field of art design and decorative arts in the use of knowledge, skills in their practical activities. Therefore, at the moment, the search for new methods and innovative ways to effectively solve these problems is extremely relevant. On the basis of the model, in our study, a matrix of human potential and development potential is formed, aimed at creating future students of designers competitiveness in the labor market, mobility and enterprise, willingness to professional activities, the desire to take responsibility for the result. Since in order to carry out his professional activities, a professional needs not only to possess basic knowledge of his own field, but also to own a craft as a designer, which determines the relevance of this publication.

Keywords: design, factor, pedagogical conditions, method, research, professionalism, practice orientation

Целью нашего исследования является определение педагогических условий формирования модели профессиональных компетенций студентов-дизайнеров в вузе.

Материалы и методы исследования

Дизайнерская деятельность в современном мире универсальна: дизайнер вы-

ступает в роли художника, конструктора, изобретателя, портного и т.д. Изменения, произошедшие за последнее время в области дизайна, появление новых технологий и направлений изменили прошлую структуру и форму проектной деятельности, в которой прослеживается несоответствие педагогических условий профессиональной подготовке будущего дизайнера. Многие выпускники вузов по направлениям подготовки дизайна одежды испытывают серьёзные затруднения при поступлении на работу, остаются вне сферы реальной профессиональной практики. Рассмотрев действующие факторы, исследуя образовательный процесс, выявляя педагогические условия на данном этапе, а также их противоречия, мы попытались понять, какая же часть этих условий не выполняется, из чего попытаемся сделать вывод и разработать оптимальные педагогические условия формирования профессиональных компетенций в становлении личности обучающегося.

Результаты исследования и их обсуждение

Первым в формировании педагогических условий станет переход по определению государственных стандартов КР на совершенно новую систему образовательной среды и неготовность образовательного процесса к новым реалиям профессионального образования. Следующим условием станет повышение значимости практико-ориентированного образования, связь с работодателем и производством. Поскольку технологии, которые используются на рынке труда, зачастую намного опережают процесс обучения, прослеживается разрыв между производством и обучением, поэтому слияние производства с обучением является основной проблемой и педагогическим условием формирования специалиста в профессиональной деятельности. Какова позиция работодателей в этом случае: в разработке реализации подготовки содержания обучения и участии в оценивании результатов? Существуют традиционные оценки, однако работодатель применяет только ту систему, которая для него является более информативной в выборе специалиста и не участвует в формировании профессиональных компетенций будущих специалистов.

Необходимо планомерное и непрерывное движение к цели, возможность внедрения непрерывной многоуровневой системы образования, целенаправленного художественно-профессионального обучения, что позволит поэтапно пройти путь становления творческой личности и подготовит студента к профессиональной деятельности [1].

Немаловажный фактор в обучении – это профессионализм самого педагога и его методов работы, содержаний учебного материала, форм и средств обучения, от которых зависит успех усвоения учебных дисциплин и конкурентоспособность выпускника, его постоянное самообразование и самосовершенствование, эрудиция и целеустремлённость, владение новыми современными технологиями [2].

Необходимым условием успешного развития является продуктивное *конкурсное движение дизайнеров*. Целесообразно готовить студента к конкурсному выступлению, к которому он не всегда готов. Здесь важна поддержка вуза и педагога-наставника.

Следующей проблемой является освоение цифровых технологий и компьютерных профессиональных программ как педагогами, так и студентами, обеспечение мультимедийными лабораториями для исследовательской работы, соответственно созданными педагогическими условиями в исследовательской творческой работе. В данном случае взаимодействие участников образовательного процесса посредством интернета является неполноценным, так как нет значительной организации в этом вопросе и должного обеспечения и максимальных условий в направлении цифровизации [3]. Аудитории для самостоятельной работы студентов должны быть оснащены последней компьютерной техникой, мультимедийным презентационным оборудованием в полном объёме, с возможностью доступа в международную информационно-образовательную среду сети Интернет, с обеспечением доступа для преподавателя и обучающегося. Образовательная организация должна быть обеспечена полным комплектом инновационных технологий, необходимых в профессиональном программном обеспечении.

Практико-ориентированность – залог профессионализма будущего дизайнера, исследовательские мастерские должны быть оснащены новейшим техническим оборудованием для плодотворного творчества дизайнеров. Изменяется время и восприятие времени, меняется ценность профессиональной занятости. Система профессионального образования должна быть не только основана на получении профессиональных знаний умений, навыков, но и направлена на реализацию задач формирования универсальных профессиональных компетенций, которые легко трансформируются в качество профессионала. Формируют дизайнерское мышление, готовность к работе с новой информацией и коммуникацией, к профессиональному личностному

развитию в предпринимательской деятельности, готовности к работе в команде [4]. Работодатели в качестве значимых компетенций выделяют именно эти компетенции и хотят видеть специалиста только для своей организации, а что делать, если нет работы по специальности? Здесь остро формулируется значимость профессионального обучения, курсов повышения квалификации. Выпускник должен быть универсалом, легко адаптированным в пространстве своей профессиональной деятельности. Будущий выпускник вуза должен иметь возможность практических навыков в смежных специальностях. И в этом заключается работа педагога с командой профессионалов, чья деятельность должна быть нацелена на результат. Однозначно необходима мобильность в обучении. Прослеживается также недостаточное ценностно и профессионально ориентированное стремление к профессионализму самого обучаемого. Так формулируются следующие проблемы профессиональной подготовки студентов – их незрелая *ценностно-мотивационная позиция*.

Не отслеживается должное внимание в государственной политике как к дающим знания, так и к уровню реализации концепции кадрового потенциала и обеспечения послевузовского практико-ориентированного прохождения дальнейшей специализации на практике. Целесообразно исследовать качественные и количественные потребности и тренды отраслей экономики в научных целях в обеспечении кадров. Актуальна реальная связь с производством и работодателями, поскольку именно успешное производство – двигатель прогресса.

«Дизайн – это ремесло». Следующим педагогическим условием станет формирование мастерства будущих дизайнеров, а это значит, есть необходимость в создании условий по формированию навыков постижения декоративно-прикладного искусства, такого как вышивка, курак (пэчворк), ткачество, роспись по ткани, валяние войлока (с необходимым оборудованием для этого), владение графическими и колористическими решениями [5]. Необходимо знание маркетингового дела, менеджмента, искусства продвижения бренда. Формирование у студентов теоретических базовых знаний в области дизайн костюма, исторических аспектов эволюции форм, стилей и направлений, особенности орнаментального искусства – всё это способствует развитию теоретических и практических навыков, художественного интеллекта будущего дизайнера. В достижении мастерства необходимы соответствующие педагогические условия в оснащенности профессиональным оборудованием практических лабораторий, способствующие реализации поставленных задач профессионального образования и обучения студентов. Таким образом, выявлены педагогические условия и определены противоречия образовательного процесса:

– между практико-обеспеченностью и реализацией образовательных программ профессионального образования и необходимостью обеспечения новых подходов на основе требований Госстандарта и запросов потребителей – это студенты, родители, работодатели;

– между профессиональной ответственностью студентов и их профессиональными ценностями в выборе профессии;

– между необходимостью использования участниками цифрового поля сетевого оборудования программного и технического обеспечения и отсутствием такого обеспечения;

– между потребностью в квалифицированных специалистах, обладающих высоким уровнем профессионализма и существующей профессиональной подготовкой выпускников, несмотря на то, что мы следуем за госстандартом, прослеживается недостаточность готовности выпускников к работе и соответствия их запросам работодателя;

– между социально-профессиональными требованиями к студенту, т.е. ценностно-мотивационной позицией в профессии, и противоречием между необходимостью использования современных интерактивных методов обучения в самостоятельной работе студентов с ИКТ-технологиями. На основании этих противоречий выявлены проблемы, такие как обеспечение качества образования в соответствии со стандартами и запросами потребителей.

Разрешение этих противоречий возможно в реализации исследовательских проектов, в организации исследования результатов и обосновании с практическим применением. И тогда реализация этих возможностей выведет образовательную организацию на инновационное развитие.

С этой целью для проверки опытно-поисковой работы были разработаны *критерии оценки* профессиональных компетенций студентов-дизайнеров в вузе.

Когнитивный критерий:

– знание искусствоведческой терминологии исторического развития костюма;

– осознание значимости символики и предназначение орнамента в костюме, законов орнаментального искусства;

– самомотивация и стремление к знаниям, умениям и навыкам в познании дизайнерской творческой деятельности;

– владение методом предпроектного анализа художественного проектирования, художественными принципами композиции;

– умение осуществлять сравнительный анализ на основе аналогов проектирования изделий декоративно-прикладного искусства.

Аксиологический ценностный критерий:

– на основе ценностного отношения к традициям декоративно-прикладного искусства и орнамента в изучении исторических аспектов возникновения кыргызского орнамента и его предназначения;

– умение использовать орнамент в костюме с содержанием законов орнаментального искусства, его ценностное предназначение в мировоззрении и воспитании гармонично развитой личности студента.

Художественно-творческий критерий:

– применение навыков выполнения орнаментальных композиций;

– умение использовать особенности художественно-образного выразительного языка средств декоративно-прикладного искусства и орнамента;

– владение художественно-графическими навыками в проектировании костюма;

– умение применять художественно-выразительные средства композиции (нюанс, доминанта, стилизация, импровизация и т.д.);

– применение орнаментальных особенностей композиционных принципов орнаментальной композиции;

– проявление творческого потенциала в выполнении орнаментальной композиции.

Определение критериев формирования профессиональных компетенций определяет сущность содержания образования в целом, а также форм и методов, педагогических технологий образовательной среды, которые предполагают организационно-педагогические условия, т.е. результат: сформированность профессиональных компетенций будущих дизайнеров в области художественно-проектной деятельности [6]. Процесс формирования модели профессиональных компетенций студентов-дизайнеров возможен при определенных педагогических условиях, взаимосвязанных между собой дидактических, организационно-педагогических, психолого-педагогических условий, направленных на результат – конкурентоспособность выпускника (рисунок).

Выводы

Обучение дизайну – большая ответственность и кропотливый труд, как преподавателя, так и обучаемого, многое зависит от методологических основ теоретической и практической базы и профессиональных способностей будущего дизайнера. Из всего вышесказанного следует, что очень важен сам процесс образования и обучения и соответствующих педагогических условий в приобретении профессиональных знаний, умений и навыков.

Модель формирования профессиональных компетенций студентов-дизайнеров

Актуально рассмотрение противоречий и несоответствие педагогических условий с требованием работодателей и потребителей образовательной среды и решение этих проблем [7].

Совершенствование интеллектуальных и профессиональных творческих способностей человека возможно только через привитие духовно-нравственных, эстетических, гуманных ценностей, которые развивают пространственное мышление и сопереживание, любовь к природе и трепетное отношение к традициям народно-прикладного творчества, основанное на развитии духовно-нравственных и эстетических ценностей [8]. Нет сомнения, что многое надо менять, но и не уничтожать на корню. Необходимо идти своим путём развития, сохраняя традиционную культуру, опираясь на ценный опыт педагогов-новаторов. И главное в этом деле – позиция нашего государства.

Список литературы

1. Абдуллаева Г.М., Асаналиев М.К. Формирование профессиональной компетенции студентов-дизайнеров посредством освоения традиций декоративно-прикладного искусства // Образовательные ресурсы и технологии. 2018. № 4 (25). С. 46–49.

2. Абдуллаева Г.М. О роли совершенствования эстетического воспитания и образования в Кыргызстане // Вестник КГУ им. И. Арабаева. 2019. III ч. С.12.

3. Асаналиев М.К. Развитие творческих способностей в процессе выполнения учебно-исследовательской работы студентов // Наука и Мир. 2018. № 11 (63). С. 14.

4. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании // Высшее образование в России. 2004. № 11. С. 3–13.

5. Седова И.Г. Педагогический потенциал народного орнамента в системе подготовки специалиста дополнительного художественного образования (на материале художественного текстиля): дис. … канд. пед. наук: 13.00.02. Шуя, 2010. 135 с.

6. Андреева О.П. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности в процессе подготовки будущего дизайнера в вузе: дис. … канд. пед. наук: 13.00.08. Йошкар-Ола, 2011. 211 с.

7. Чабаров Р.Х. Формирование профессиональных компетенций студентов-дизайнеров средствами народного декоративно-прикладного искусства (на примере Тюменского региона): дис. … канд. пед. наук: 13.00.02. Екатеринбург, 2012. 151 с.

8. Скок Г.Б. Формулирование ценностей, целей и норм как основа построения системы качества образования // Качество образования: концепции, проблемы: материалы III Междунар. науч.-метод. конф. / Под общ. ред. А.С. Вострикова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. С. 23–28.

УДК 797.21:612.6:612.821

ПОКАЗАТЕЛИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И СТЕПЕНЬ ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ СО СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ У ЮНЫХ ПЛОВЦОВ ОБОИХ ПОЛОВ 15–17 ЛЕТ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

[1]Авдиенко В.Б., [2]Бганцева И.В., [3]Солопов И.Н.

[1]ВРОО Спортивный клуб по плаванию «Волга», Волгоград, e-mail: avd797@gmail.com;
[2]ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: irina07085@rambler.ru;
[3]ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград, e-mail: solopov58@mail.ru

Установлено, что юноши-пловцы с опережающими темпами биологического созревания характеризуются большей предрасположенностью к экстраверсии, низким уровнем нейротизма, низкой личной тревожностью, высокой подвижностью нервных процессов, преобладанием парасимпатических влияний на регуляторные процессы и относительно высоким уровнем стрессового состояния. Юноши-пловцы медианты отличаются относительно меньшим уровнем нейротизма и экстраверсии, несколько большей личностной тревожностью, меньшей лабильностью нервных процессов, некоторым преобладанием симпатических влияний на регуляцию функций и несколько более выраженным стрессовым состоянием. Пловцы-ретарданты имеют наименьшие уровни экстраверсии, нейротизма, лабильности нервных процессов, характеризуются наименее выраженным уровнем физиологического и психологического стресса и наибольшим уровнем личностной тревожности. Девушки-пловчихи с наименьшей задержкой в биологическом созревании имеют средний уровень экстраверсии, высокий уровень нейротизма, наибольший уровень личностной тревожности, весьма высокий уровень лабильности нервных процессов, преобладание парасимпатических влияний на регуляцию функций и ярко выраженное состояние стресса. Пловчихи со средним временем задержки в биологическом созревании отличаются средним уровнем экстраверсии, нейротизма и личностной тревожности, наименьшей лабильностью при преобладании симпатических влияний на регуляторные процессы и ярко выраженном состоянии физиологического и психологического стресса. Спортсменки со значительным временем задержки в биологическом созревании отличаются наибольшей экстраверсивностью, наименьшим уровнем нейротизма и личностной тревожности, высокой лабильностью, относительным равновесием симпатических и парасимпатических регуляторных влияний и ярко выраженным состоянием стресса.

Ключевые слова: юные пловцы, спортивная результативность, темпы биологического созревания, психофизиологический статус организма

INDICATORS OF THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS AND THE DEGREE OF THEIR RELATIONSHIP WITH SPORTS PERFORMANCE OF YOUNG 15–17 YEAR-OLD SWIMMERS OF BOTH SEXES WITH DIFFERENT BIOLOGICAL MATURITY

[1]Avdienko V.B., [2]Bgantzeva I.V., [3]Solopov I.N.

[1]VRPO Swimming Sports Club «Volga», Volgograd, e-mail: avd797@gmail.com;
[2]Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: irina07085@rambler.ru;
[3]Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd, e-mail: solopov58@mail.ru

It was discovered that young male swimmers with faster rates of biological maturation are characterized by a greater predisposition to extraversion, a low level of neuroticism, low personal anxiety, high mobility of nervous processes, a predominance of parasympathetic influences on regulatory processes and a relatively high level of stress. Young medians male swimmers are distinguished by a relatively lower level of neurotism and extraversion, somewhat greater personal anxiety, less lability of nervous processes, some predominance of sympathetic influences on the regulation of functions and somewhat more pronounced stressful state. Swimmers retardants have the lowest levels of extraversion, neuroticism, lability of nervous processes, are characterized by the least pronounced level of physiological and psychological stress and the highest level of personal anxiety. Female swimmers with the least delay in biological maturation have an average level of extraversion, a high level of neuroticism, the highest level of personal anxiety, a very high level of lability of nervous processes, the predominance of parasympathetic influences on the regulation of functions and a pronounced state of stress. Swimmers with an average time of delay in biological maturation are characterized by an average level of extraversion, neuroticism and personal anxiety, the least lability with a predominance of sympathetic influences on regulatory processes and a pronounced state of physiological and psychological stress. Athletes with a significant delay time in biological maturation are characterized by the greatest extraversion, the lowest level of neurotism and personal anxiety, high lability, the relative balance of sympathetic and parasympathetic regulatory influences and a pronounced state of stress.

Keywords: young swimmers, sports performance, rates of biological maturation, psychophysiological status of an organism

Возрастной период с 15 до 17 лет в плавании является одним из наиболее сложных, что обусловливается двумя важнейшими причинами. Во-первых, в этот период большинство пловцов достигают определенных вершин спортивного мастерства и вступают

в так называемую «группу переходного состава», когда большинство пловцов этого возраста уже не могут выступать за юниорскую сборную и не могут тренироваться в детско-юношеских спортивных школах, но еще не могут войти в основной состав сборной команды страны по уровню своих результатов.

Во-вторых, на этот временной отрезок приходятся основные процессы биологического созревания организма, учёт особенностей которых является непременным условием рационального построения тренировочного процесса в спорте, особенно в плавании [1–5].

Данные об особенностях физического развития, его возрастной динамике и уровнях матурации соматических, силовых и функциональных параметров обусловливают содержание (направленность, объем и интенсивность применяемых нагрузок) подготовки на каждом из этапов многолетнего тренировочного процесса [1, 3]. Кроме того, сведения об уровне биологической зрелости весьма важны для надежного прогнозирования динамики физических потенций юных спортсменов. Информацию о биологической зрелости юных спортсменов весьма важно использовать для определения времени начала целенаправленного повышения функциональных возможностей и развития силы, а также соответствующего проектирования тренировочной работы [1, 4].

В этой связи весьма важно иметь представление об основных соматических и функциональных характеристиках организма спортсменов в этот сложный переходный период. Эти сведения должны являться критериями как характера, так и объема тренирующих воздействий. Кроме того, эти сведения должны лежать в основе нормативно-критериальной базы системы комплексного контроля физической и функциональной подготовленности спортсменов-пловцов [1, 6, 7]. Вследствие этого весьма важно знать, насколько те или иные характеристики влияют на спортивную результативность.

Следует отметить, что в настоящее время всё большее значение придается такой характеристике подготовленности спортсменов, как психофункциональный статус организма [8, 9]. При прочих равных условиях уровень психологической устойчивости и динамика психофизиологических процессов определяет успешность соревновательного результата [8, 10, 11].

В этой связи целью настоящего исследования явилось выяснение индивидуальных психофизиологических особенностей юных пловцов обоих полов 15–17 лет и степень их взаимосвязи со спортивной результативностью и уровнем биологической зрелости.

Материалы и методы исследования

Всего в исследовании приняли участие 53 спортсмена-пловца в возрасте 15–17 лет (21 девушка и 32 юноши), кандидаты в юниорскую сборную команду России. Исследования проведены на базе Учебно-тренировочного центра Всероссийской федерации плавания в г. Волгограде.

Методы исследования включали комплекс педагогических, биохимических и психофизиологических методик.

Спортивный результат всех обследованных пловцов оценивался по специальной таблице в очках FINA. Учитывался наилучший результат на момент обследования. Это позволяло сравнивать спортивные результаты независимо от дистанции и способа плавания.

Определение гормонального статуса организма осуществлялось посредством использования фотометрического анализатора «Immunochem-2100 Microplate Reader», позволившего реализовать метод твердофазного иммуноферментного анализа. При определении кортизола использовался набор реагентов для количественного иммуноферментного определения кортизола в сыворотке крови человека «СтероидИФА-кортизол» (Компания Алкор Био).

Определение балла полового развития (БПР) осуществлялось по степени развития вторичных половых признаков (ВПП) [12].

Определение психологических и психофизиологических характеристик осуществлялось на основе показателей психофункционального статуса организма, получаемых посредством методов анкетирования, прибора психофизиологического тестирования «Психофизиолог», медицинского программно-аппаратного комплекса ESTECK System Complex (MULTISCANPRO™).

Изучались личностные характеристики – экстраверсивность – интроверсивность, нейротизм – эмоциональная устойчивость (по методике Г. Айзенка), лабильность нервных процессов (по величине времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР)), уровень личностной тревожности (по Спилбергеру), баланс влияний со стороны симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (по показателю LF/HF (LF – отражает влияния симпатического отдела, маркер, показывающий возможности мобилизации организма (стрессреализующая система). HF – отражает влияния парасимпатического отдела и отражает индивидуальную устойчивость к физическим нагрузкам

и стрессовым факторам), уровень стресса (по величине стресс-индекса и по концентрации в крови гормона кортизола). Известно, что очень высокий уровень (более 1000 нМоль/л) и высокий уровень кортизола (700–1000 нМоль/л) соответствуют хроническому спортивному (физиологическому и психологическому) стрессу [13, 14]. Умеренное повышение уровня кортизола обеспечивает готовность спортсмена к активной деятельности; пониженный уровень кортизола свидетельствует о более высокой степени стрессоустойчивости [15].

Результаты исследования и их обсуждение

Для психофизиологической характеристики психофункционального статуса организма пловцов ретардантов, медиантов и акселерантов в возрасте 15–17 лет нами были отобраны показатели, по возможности носящие консервативный характер и отражающие либо индивидуальные свойства и качества нервной системы и её высших функций – психической сферы обследуемого спортсмена, либо особенности и свойства его личности.

В табл. 1 представлены средние величины изучаемых психофизиологических показателей у пловцов юношей с различными темпами биологического созревания.

Из представленных данных можно видеть, что практически все средние величины показателей психофизиологического статуса юношей-пловцов с разным темпом биологического созревания статистически достоверно не различаются. Вместе с тем можно проследить определенные тенденции в их групповых размерах.

Так, пловцы всех групп характеризуются как индивидуумы, склонные к экстраверсии, однако эта тенденция усиливается с ускорением темпов биологического созревания и у акселерантов почти достигает полной степени экстраверсии. У юношей-медиантов обнаруживается средний уровень нейротизма, тогда как и у акселерантов, и у ретардантов проявляется его низкий уровень.

Личностная тревожность во всех группах определяется как низкая, однако у ретардантов её уровень всё же несколько выше, чем у пловцов других групп.

Время простой зрительно-моторной реакции было короче у юношей-акселерантов, тогда как у медиантов, и особенно у ретардантов, подвижность нервных процессов была существенно ниже.

У пловцов-медиантов 15–17 лет обнаруживается определенное преобладание симпатических влияний на регуляторные процессы, тогда как у акселерантов и ретардантов, напротив, отмечается некоторое преобладание парасимпатических влияний.

Уровень стресса, оцениваемый по стресс-индексу и по концентрации в крови гормона кортизола, был несколько выше у юношей-медиантов. Следует отметить, что концентрация кортизола в крови спортсменов всех групп находилась на высоком уровне, что указывает на состояние физиологического и психологического стресса [13].

В табл. 2 представлены средние величины психофизиологических показателей у девушек-пловчих с разной степенью биологического созревания. В отличие от юношей, у всех пловчих 15–17 лет, обследованных нами, диагностировалась задержка биологического созревания, в зависимости от её степени и были выделены три группы (R-1, R-2 и R-3).

Таблица 1

Средние величины психофункциональных показателей у юношей-пловцов 15–17 лет с разным уровнем биологической зрелости (X ± m)

Показатели	Темп биологического созревания			Достоверность различий		
	A (n = 13)	M (n = 10)	R (n = 9)	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
Экстраверсия – интроверсия, балл	14,8 ± 0,7	13,8 ± 0,9	13,0 ± 1,2	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Нейротизм, балл	8,0 ± 1,4	9,2 ± 1,4	7,4 ± 1,4	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Личностная тревожность, балл	19,7 ± 1,2	21,1 ± 1,7	23,6 ± 2,2	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
ПЗМР, мс	278,2 ± 11,4	305,3 ± 14,4	318,9 ± 16,0	P > 0,05	P < 0,05	P > 0,05
LF/HF,%	0,9 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,9 ± 0,1	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Stress Index, у.е.	103,3 ± 12,0	127,9 ± 20,7	91,8 ± 18,9	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
CRS, нМоль/л	806,7 ± 93,1	913,4 ± 127,9	758,7 ± 87,3	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05

Примечание. *A* – акселеранты; *M* – медианты; *R* – ретарданты.

Таблица 2

Средние величины психофункциональных показателей у девушек-пловчих 15–17 лет с разным уровнем биологической зрелости (X ± m)

Показатели	Темп биологического созревания			Достоверность различий		
	R-1 (n = 4)	R-2 (n = 14)	R-3 (n = 3)	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
Экстраверсия – интроверсия, балл	12,3 ± 0,5	13,1 ± 0,7	14,0 ± 1,7	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Нейротизм, балл	15,3 ± 2,3	13,9 ± 1,6	11,3 ± 0,7	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Личностная тревожность, балл	21,8 ± 3,1	18,5 ± 1,7	18,3 ± 2,0	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
ПЗМР, мс	281,8 ± 23,2	328,6 ± 11,2	291,0 ± 3,8	P > 0,05	P > 0,05	P < 0,05
LF/HF, %	0,8 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Stress Index, у.е.	100,3 ± 31,7	135,4 ± 21,9	121,0 ± 17,6	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
CRS, нМоль/л	1171,3 ± 265,6	1020,6 ± 120,3	1107,6 ± 145,8	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05

Примечание. R-1 – ретарданты с небольшой задержкой физического развития (1–2 года);
R-2 – ретарданты со средней задержкой физического развития (3–4 года);
R-3 – ретарданты со значительной задержкой физического развития (5 и более лет).

Точно так же как и у юношей, практически все изучаемые показатели не имеют статистически достоверных различий, и точно так же у них прослеживаются определенные тенденции в различиях их размеров.

В отличие от юношей-пловцов, у девушек более близкие к полной экстраверсии показатели имели пловчихи с наибольшей задержкой в биологическом созревании, тогда как девушки других групп могут быть охарактеризованы как средне-экстраверсивные.

У девушек с небольшой задержкой в физическом развитии (группа R-1) обнаруживается высокий уровень нейротизма, а у девушек со средним временем задержки (группа R-2) и значительной задержкой в физическом развитии (группа R-3) проявляется средний уровень нейротизма, при этом в группе R-3 он наименьший.

Личностная тревожность у всех пловчих находится на низком уровне, однако у девушек из группы R-1 она всё же несколько выше.

Подвижность нервных процессов несколько выше у пловчих групп R-1 и R-3, продемонстрировавших наименьшие величины времени простой зрительно-моторной реакции.

Соотношение симпатических и парасимпатических регуляторных влияний весьма различно в разных группах. У девушек группы R-1 наблюдалось некоторое преобладание парасимпатических влияний, у девушек группы R-2 преобладают симпатические влияния, тогда как у пловчих группы R-3 обнаруживается относительное равновесие этих влияний на регуляторные механизмы.

Стресс-индекс достигает наибольших величин у девушек группы R-2, а наименьших – у пловчих группы R-1. При этом концентрация кортизола во всех группах весьма существенна (высокий уровень – более 1000 нМоль/л), что указывает на ярко выраженный физиологический и психологический стресс [13].

На следующем этапе исследований нами было осуществлено выяснение корреляционных взаимосвязей уровня спортивной результативности с показателями психофизиологического статуса у юных пловцов 15–17 лет обоего пола.

В результате корреляционного анализа выяснилось, что у юношей спортивный результат весьма тесно взаимосвязан с такой личностной характеристикой спортсменов, как экстраверсия ($r = 0,543$, $P < 0,05$), и несколько в меньшей степени с показателем лабильности нервной системы – временем простой зрительно-моторной реакции ($r = –0,301$, $P > 0,05$) (рис. 1).

У девушек-пловчих не обнаруживается сколько-нибудь существенных связей спортивного результата с показателями личностных характеристик. Однако у них в большей степени, чем у юношей, спортивный результат взаимосвязан с показателем лабильности нервной системы ($r = –0,443$, $P < 0,05$) (рис. 2).

Для практики спортивной тренировки юных пловцов в возрастной период перехода из юниорской сборной команды страны в основной состав и в период развертывания или завершения полового созревания весьма важно иметь представление о том, в какой степени динамика биологического развития организма взаимосвязана с пока-

зателями личностных характеристик и психофункционального статуса организма юных спортсменов.

С целью выяснения этого вопроса нами был осуществлен анализ корреляционных взаимосвязей уровня биологической зрелости с показателями психофизиологического статуса пловцов обоего пола в возрасте 15–17 лет. В качестве показателя биологической зрелости рассматривалась величина балла полового развития, определяемого по вторичным половым признакам.

На рис. 3 и 4 представлены гистограммы величины коэффициентов корреляции между степенью биологической зрелости (балла полового развития – БПР) и показателями личностных особенностей и психофизиологического профиля организма юных пловцов и пловчих.

Из представленных на графике (рис. 3) данных можно видеть, что у юных пловцов юношей БПР достоверно коррелирует только с показателем экстраверсивности ($r = 0{,}451$, $P < 0{,}05$). Относительно тесно БПР обратно взаимосвязан с уровнем личностной тревожности ($r = -0{,}249$, $P > 0{,}05$) и лабильности нервной системы ($r = -0{,}315$, $P > 0{,}05$).

У девушек-пловчих спектр взаимосвязей БПР с психофизиологическими показателями такой же, как и у юношей, но несколько более разнонаправленный и статистически не достоверен (рис. 4). С показателем экстраверсивности БПР у пловчих взаимосвязан гораздо в меньшей степени, чем у юношей ($r = -0{,}257$, $P > 0{,}05$), точно так же, как и с показателем личностной тревожности ($r = 0{,}241$, $P > 0{,}05$).

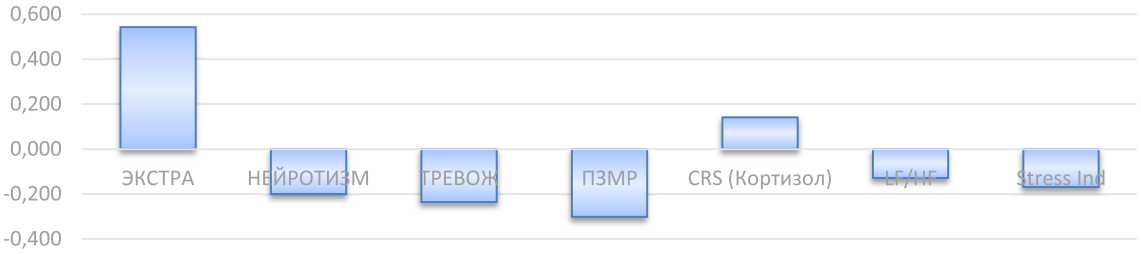


Рис. 1. Взаимосвязь величины спортивного результата с показателями психофункционального статуса юношей-пловцов 15–17 лет (здесь и на рис. 2–4: ЭКСТРА – экстраверсивность – интроверсивность, НЕЙРОТИЗМ – уровень нейротизма; ТРЕВОЖ – уровень личностной тревожности; ПЗМР – простая зрительно моторная реакция; CRS (Кортизол) – уровень кортизола в крови; LF/HF – частотный индикатор активности вегетативной нервной системы; Stress ind – стресс-индекс)

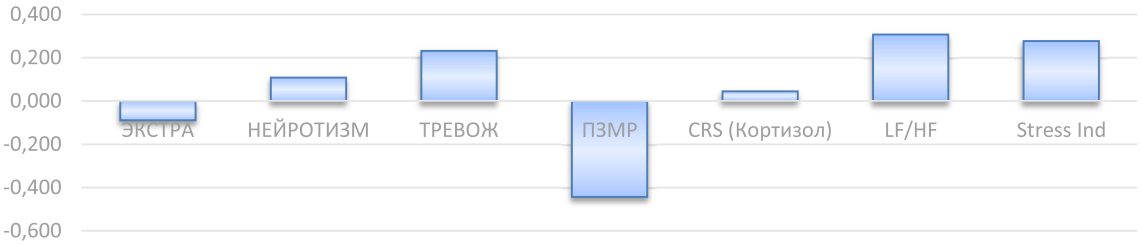


Рис. 2. Взаимосвязь величины спортивного результата с показателями психофункционального статуса пловцов девушек 15–17 лет

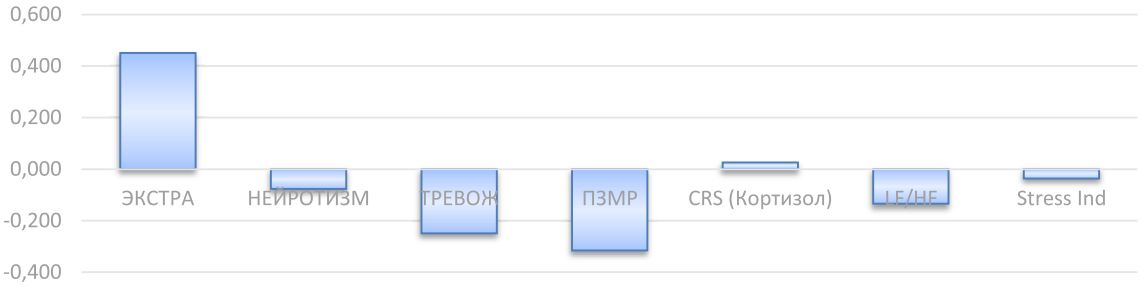


Рис. 3. Взаимосвязь величины балла полового развития с показателями психофункционального статуса пловцов юношей 15–17 лет

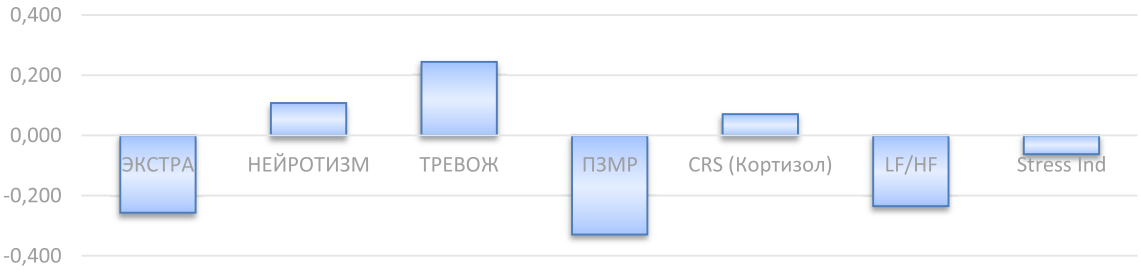


Рис. 4. Взаимосвязь величины балла полового развития с показателями психофункционального статуса девушек-пловчих 15–17 лет

Точно так же как и у пловцов, у пловчих наблюдается довольно существенная обратная взаимосвязь БПР с показателем лабильности нервной системы (r = 0,329, P > 0,05).

Заключение

Таким образом, оценка психофизиологического статуса юных пловцов с разным темпом биологического созревания показала, что юноши-акселеранты характеризуются большей предрасположенностью к экстраверсии, низким уровнем нейротизма, низкой личной тревожностью, высокой подвижностью нервных процессов, преобладанием парасимпатических влияний на регуляторные процессы и относительно высоким уровнем стрессового состояния.

Пловцы-медианты отличаются от акселерантов несколько меньшим уровнем нейротизма и экстраверсии, несколько большей личностной тревожностью, меньшей лабильностью нервных процессов, некоторым преобладанием симпатических влияний на регуляцию функций и несколько более выраженным стрессовым состоянием.

Пловцы-ретарданты имеют наименьшие уровни экстраверсии, нейротизма, лабильности нервных процессов, характеризуются наименее выраженным уровнем физиологического и психологического стресса и наибольшим уровнем личностной тревожности.

Девушки-пловчихи с наименьшей задержкой в биологическом созревании имеют средний уровень экстраверсии, высокий уровень нейротизма и наибольший уровень личностной тревожности. У них обнаруживается весьма высокий уровень лабильности нервных процессов, преобладание парасимпатических влияний на регуляцию функций и ярко выраженное состояние стресса.

Пловчихи со среднем временем задержки в биологическом созревании отличаются средним уровнем экстраверсии, нейротизма и личностной тревожности. Они наименее лабильны, у них обнаруживается преобладание симпатических влияний на регуляторные процессы и ярко выраженное состояние физиологического и психологического стресса.

Спортсменки со значительным временем задержки в биологическом созревании отличаются наибольшей экстраверсивностью, наименьшим уровнем нейротизма и личностной тревожности, высокой лабильностью, относительным равновесием симпатических и парасимпатических регуляторных влияний и ярко выраженным состоянием стресса.

Список литературы

1. Авдиенко В.Б. Методологические основы подготовки пловцов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2019. № 1 (27). С. 73–83.

2. Авдиенко В.Б., Солопов И.Н. Искусство тренировки пловца. Книга тренера. М.: Издательство ИТРК, 2019. 320 с.

3. Булгакова Н.Ж., Попов О.И., Смирнов В.В., Фомиченко Т.Г., Шакина Е.Е. Возрастная динамика специальной подготовленности девушек 11–15 лет в спортивном плавании // Вестник спортивной науки. 2016. № 2. С. 27–30.

4. Костючик И.Ю. Биологические особенности развития при построении многолетнего тренировочного процесса квалифицированных пловцов // Здоровье для всех. 2018. № 1. С. 33–37.

5. Соломатин В.Р. Возрастные закономерности морфофункционального развития юных пловцов и их учет в спортивном отборе и построении тренировочного процесса // Новые исследования. 2019. № 3 (59). С. 45–51.

6. Медведев Д.В., Солопов И.Н., Горбанёва Е.П., Юматова С.Н., Кузнецова Т.Ю. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность спортсменов различной специализации // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. Вып. 3. Волгоград, 2007. С. 33–45.

7. Солопов И.Н. Функциональная подготовленность и функциональная подготовка спортсменов // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. Вып. 3. Волгоград, 2007. С. 4–12.

8. Исмаилов А.И., Солопов И.Н., Шамардин А.И. Психофункциональная подготовка спортсменов. Волгоград: ВГАФК, 2001. 116 с.

9. Ключников М.С., Разумец Е.И. Мониторинг психофизиологического состояния спортсменов на УТС // Спортивный психолог. 2016. № 4 (43). С. 16–21.

10. Юров И.А. Психодинамические корреляты спортивной успешности // Вестник спортивной науки. 2012. № 3. С. 22–26.

11. Юров И.А. Нейродинамические особенности спортсменов-пловцов – спринтеров и стайеров// Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. 2011. Т. 17. № 4. С. 185–188.

12. Тимакова Т.С. Проблемы спортивной подготовки в свете современных тенденций фенотипических сдвигов (на примере спортивного плавания)// Вестник спортивной науки. 2019. № 2. С. 29–34.

13. Жуков Ю.Ю. Уровень кортизола как маркер хронического стресса и его влияние на организм спортсмена // Ученые записки. 2009. № 9 (55). С. 33–38.

14. Минвалеев Р.С. Кортизол и тестостерон в спортивной деятельности: эффекты и управление // Физическая культура и спорт в системе образования России: Инновации и перспективы развития. Мат. Всероссийской научно-практической конференции. СПб. 2015. С. 185–188.

15. Stansbury K., Gunnar M.R. Adrenocortical activity and emotion regulation, in // Fox, N. (Ed.), Monographs for the Society of Research in Child Development, 1994. Vol. 59. P. 108–134.

УДК 371.12:378.046.4

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЕРСОНАЛЬНОГО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Алексеева Г.И., Михалева О.И., Абрамова Д.Г.

АОУ РС (Я) ДПО «Институт развития образования и повышения квалификации им. С.Н. Донского – II», Якутск, e-mail: teleke@mail.ru

Статья посвящена вопросам изменения содержания и форм дополнительного профессионального образования. Авторы раскрывают особенности модернизации дополнительного профессионального образования в регионе, описывают модель персонального повышения квалификации педагогов республики. Качественная новизна представленной модели состоит в том, что развитие компетенций педагогов опирается на выявлении профессиональных дефицитов и выстраивании индивидуальных образовательных маршрутов. Профессиональное тестирование педагогов проводится с помощью автоматизированной программы Климина С.В. и тестов по выявлению 4 профессиональных компетенций: психолого-педагогических, коммуникативных, методических и предметных. В статье описана образовательная практика использования информационных технологий по созданию в институте дополнительного профессионального образования инновационной, динамичной электронной платформы «Новые возможности lk14». Платформа разработана с возможностью свободного выбора образовательных программ, модулей для устранения профессиональных дефицитов педагогов. Освоение предлагаемых программ и модулей выводит на разные уровни образовательного результата. Авторы считают, что цифровизация среды системы дополнительного профессионального образования позволяет реально осуществить адресное, персональное повышение квалификации педагогов республики по их потребностям и дефицитам. Информационные технологии способствуют изменению формата курсов повышения квалификации, которые проводятся в офлайн-форме в виде электронных пособий с видеолекциями, в форме онлайн-экспертизы, онлайн-занятия, онлайн-консультации, с использованием игровых технологий. Экспериментальным путем проверены эффективные формы и методы дополнительного профессионального образования педагогов в условиях цифровизации образовательной среды.

Ключевые слова: дополнительное профессиональное образование, профессионально-образовательные услуги, профессиональные компетентности, компетенции, дефициты, персональное повышение квалификации, индивидуальный образовательный маршрут

THE ARTICLE IS DEVOTED TO THE ISSUES OF CHANGING THE CONTENT AND FORMS OF FURTHER PROFESSIONAL EDUCATION

Alekseeva G.I., Mikhaleva O.I., Abramova D.G.

Teacher's Retraining Institute of Republic of Sakha Yakutia named S.N. Donskoi-II, Yakutsk, e-mail: teleke@mail.ru

Effective conditions, forms and methods of further professional education of teachers in the conditions of digitalization of the educational environment were identified and experimentally tested. The authors reveal the features of modernization of further professional education in the region, describe the model of personal professional development of teachers in the Republic. Professional testing of teachers is carried out using an automated program Klimina S.V. and tests to identify 4 professional competencies: psychological and pedagogical, communicative, methodological and subject. The article describes the educational practice of using information technology to create an innovative, dynamic electronic platform «New Features lk14» at the Institute of Continuing Professional Education. The platform is designed with the possibility of free choice of educational programs, modules to eliminate professional deficiencies of teachers. The development of the proposed programs and modules brings to different levels of educational outcome. The authors believe that the digitalization of the environment of the system of additional professional education allows realizing targeted, personal training of teachers of the republic according to their needs and deficits. Information technologies contribute to changing the format of continuing education courses, which are held offline in the form of electronic manuals with video lectures, in the form of online examination, online classes, online consultations, using gaming technologies. The qualitative novelty of the presented model is that the development of teachers ' competencies is based on identifying professional deficits and building individual educational routes.

Keywords: further professional education, professional and educational services, professional competencies, competencies, professional deficits, personal professional development, individual educational route, digital educational environment

На наш взгляд, актуальность данной научной проблемы обусловлена реальными потребностями системы отечественного дополнительного профессионального образования и существующими на сегодняшний день проблемами:

– нет единых подходов и механизмов, регулирующих процесс повышения квалификации педагогических работников в цифровой образовательной среде;

– отсутствуют методы контроля эффективности и результативности, качества программ дополнительного профессионального образования.

На решение этих проблем направлено развитие системы дополнительного про-

фессионального образования в регионе. Первостепенное значение в этой связи приобретает необходимость постоянной самоорганизации институтов повышения квалификации и диверсификации услуг.

В Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и в национальном проекте «Образование» отмечается, что к 2024 г. необходимо [1]:

– создать современную и безопасную цифровую образовательную среду, обеспечивающую высокое качество и доступность образования всех видов и уровней;

– внедрить национальную систему профессионального роста педагогических работников, охватывающую не менее пятидесяти процентов учителей общеобразовательных организаций.

Работодатели и потребители образовательных услуг должны диктовать условия, а институты ДПО, обеспечивая эффективное сотрудничество с ними, – выстраивать эффективную модель повышения квалификации.

Интенсивное внедрение в образовательную практику информационных технологий диктует необходимость создания инновационной, динамичной системы дополнительного профессионального образования.

В изучение, развитие и выявление особенностей системы ДПО существенный вклад внесли такие ученые, как С.Г. Вершловский, Н.В. Василенко, С.М. Вишнякова, В.И. Ильина, О.М. Никандров, В.И. Подобеда, Г.Н. Подчалимова, А.И. Субетто, Е.П. Тонконогая, П.И. Третьяков, Е. Трондайк, Т.И. Шамова и др. [2]. Проблемы развития дополнительного профессионального образования нашли свое отражение также в трудах Е.Я. Бутко, М.В. Курбатовой и других [3]. Система дополнительного профессионального образования имеет свои специфические особенности, которыми занимается андрагогика – наука о закономерностях обучения взрослого субъекта. По проблемам образования взрослых имеется значительное число публикаций у Т.Г. Браже, С.И. Змеева, Н.Н. Васягиной, В.П. Зинченко и других [4].

Цель данного исследования – разработка и апробация модели регионального персонального повышения квалификации педагогов образовательных организаций.

При разработке модели регионального персонального повышения квалификации педагогов учтены:

– особенности научно-методического сопровождения индивидуальной образовательной траектории в соответствии с Национальной системой учительского роста;

– результаты оценочных процедур и мониторинговых исследований;

– результаты совместной практико-ориентированной деятельности с партнерами.

Сегодня в условиях модернизации дополнительного профессионального образования идет пересмотр принципов, форм, методов и содержания системы непрерывного профессионального образования. Одним из ключевых принципов становится диверсификация, которая влияет на изменение форм, методов и содержания системы дополнительного профессионального образования. Диверсификацию мы рассматриваем как возможность расширения и разнообразия образовательных услуг, активное внедрение инновационных форм и технологий, модернизацию управленческой структуры дополнительного профессионального образования. Этот принцип способствует мобильности, гибкости и динамичности самой системы ДПО, что необходимо для обновления профессиональных компетенций и повышения уровня подготовки управленческого и педагогического корпуса.

Сегодня информационные, коммуникационные, аудиовизуальные и интерактивные технологии становятся основой для построения структуры новой образовательной среды, организации учебно-исследовательского пространства нового типа. Поэтому модель регионального персонального повышения квалификации, отвечающая требованиям современного времени, требует цифровизации системы дополнительного профессионального образования. Система «цифрового института» должна быть ориентирована на организацию образовательного процесса в условиях ИКТ-насыщенной среды и предназначена для создания единой информационной среды региона по ДПО.

Материалы и методы исследования

Разработанная нами модель направлена на обеспечение непрерывного процесса профессионального и личностного роста педагогических работников по индивидуальной образовательной траектории. Необходимым условием является наличие электронной платформы образовательных услуг института для индивидуализированного мониторинга – фидбека, персонифицированного учёта и консультирования, дистанционного и онлайн-обучения.

Персональное повышение квалификации позволяет педагогам иметь свой личный кабинет на портале института, в котором по желанию выявляются профессиональные дефициты и вводятся сведения об образовательном прогрессе.

Наша модель основывается на принципе «образование через всю жизнь» и интегрирует образовательные ресурсы на единой платформе, предлагая свободный выбор образовательных программ, индивидуальную логику их освоения с множеством уровней образовательного результата, тем самым содействуя личностному и профессиональному самоопределению педагогов.

Спецификой такой модели является:

– свобода выбора и режима освоения программ дополнительного образования;

– деятельностный, продуктивный характер содержания;

– сетевая форма и модульный подход к программам;

– индивидуальный и метапредметный характер содержания программ.

В нашем институте создана система автоматизированного документооборота, ведения электронных баз данных, личных кабинетов всех педагогов республики. В 2019 г. разработана и внедрена в эксплуатацию региональная образовательная платформа «Новые возможности lk14».

В данное время на региональной платформе «Новые возможности lk14» зарегистрированы и имеют личные кабинеты педагоги республики. Это позволило создать единую базу данных всех педагогических работников региона по муниципальным образованиям и образовательным организациям, по каждой должности и квалификационному уровню, по выявленным профессиональным дефицитам, на устранение которых ориентированы персонифицированные программы повышения квалификации.

Платформа LK.14.ru. позволяет провести «входную» и «выходную» диагностику учителей, проходящих повышение квалификации, выстроить индивидуальные траектории образования для педагогов, руководителей. Появилась возможность организовать учебную проектную деятельность, поддержать творческую и инновационную деятельность, создавать и хранить в электронном виде индивидуальные портфолио учителей, разработанные ими образовательные ресурсы.

Нами ведутся поиски разных способов интерактивного обучения учителей, создаются различные модели реализации индивидуальных образовательных маршрутов. По мнению Т.М. Ковалевой, для проектирования индивидуальных образовательных маршрутов должна быть создана специально организованная среда, отвечающая признакам: открытость, избыточность, вариативность. Создание такой образовательной среды помогает актуализировать у каждого человека запрос к системе повышения квалификации и профессиональной переподготовки [5].

Образовательная платформа института LK.14.ru. дает возможность доступа к глобальным образовательным ресурсам для сотрудников, руководителей, педагогов образовательных организаций, обучающихся, родителей, администраций муниципальных образований. На этой платформе предлагается свободный выбор образовательных программ, освоение которых выводит на разные уровни образовательного результата.

На сегодняшний день разработаны новые модули образовательных программ, содержание которых направлено на устранение профессиональных затруднений педагогов и на развитие компетентностей.

Разработанные программы отличаются вариативностью и гибкостью, поэтапным овладением вариативных модулей, применением информационно-коммуникационных технологий, обеспечены электронным образовательным контентом для самообразования педагогов. Исходя из своих дефицитов, педагог выбирает из предложенных образовательных программ несколько модулей и проектирует свою индивидуальную образовательную траекторию самостоятельно. Персональные дополнительные образовательные программы доступны для педагогов, прошедших тестирование.

Программы курсов повышения квалификации ориентированы на совершенствование образовательного процесса, который создает для личности не только объективные условия расширения базовых знаний, обогащения опыта, овладения способами познавательной, практической и социальной деятельности, но и способствует ее творческому и социальному становлению. Курсы повышения квалификации организуются по сетевой форме со стажировками в образовательных организациях, с участием сетевых учителей, в дистанционном и онлайн-форматах.

На сайте ИРОиПК, на платформе по адресу boontar.live/sakhaschool/ создан и размещен в свободном доступе открытый банк видеолекций, мастер-классов лучших учителей РФ, телеуроков ведущих учителей РС (Я). Имеются также научно-методические, практические и лекционные материалы, проводятся дистанционные курсы, вебинары.

Результаты исследования и их обсуждение

Персональная модель реализуется через автоматизированную систему объективной и комплексной аттестационной оценки учи-

телей общеобразовательных организаций, а также на основе тестирования по 4 профессиональным компетенциям: психолого-педагогическим, коммуникативным, методическим и предметным.

По автоматизированной программе Климина С.В. определяются следующие компетентности:

– профессионально-технологическая (владение основами общей методики обучения, владение формами, средствами, методами обучения, технологиями обучения и т.д.);

– профессионально-социальная (умение работать в коллективе детей, коллег, знание социальных норм поведения);

– по решению профессионально значимых проблем (умение решать образовательные ситуации, задачи);

– информационная (владение ИКТ);

– профессионально-коммуникативная (умение передавать информацию, формировать информацию доходчиво для собеседников);

– правовая (знание и умение использовать юридические нормы и правила);

– личностно-деловые качества и способности (знания и умения организовывать сферу деятельности, проявление личностных качеств и т.д.).

Использование технологии автоматизированной системы объективной и комплексной аттестационной оценки учителей общеобразовательных организаций позволило провести мониторинг профессиональных компетенций учителей РС (Я) по группам критериев, значимых для выявления профессиональных дефицитов учителей. Так, первый мониторинг, проведенный в октябре 2018 г., показал:

– у 36,2% участников выявлено умение варьировать применяемые психолого-педагогические формы, средства и методы в зависимости от особенностей конкретных обучающихся и решаемых задач по коррекции их поведения и развитию личности;

– 26,9% участников владеют современными технологиями обучения и воспитания;

– 43,5% участников владеют общеметодической подготовкой;

– 44,5% постоянно совершенствуют владение методическими приемами, педагогическими средствами, формами организации образовательного процесса и содержанием проводимых с обучающимися (воспитанниками) занятий;

– 40,6% участников показали готовность поддерживать демократические принципы отношений в профессиональной деятельности.

На основе анализа рекомендаций, выдаваемых системой для каждого педагога, преподавателями института были разработаны образовательные модули, ориентированные на восполнение профессиональных дефицитов учителей.

В 2019 г. персональное повышение квалификации прошли 972 руководителя общеобразовательных организаций, 324 заведующих дошкольными организациями, 2447 воспитателей, учителя по всем предметным областям: 1077 учителей начальных классов, 938 учителей математики, 672 учителя русского языка и литературы, 627 учителей английского языка, 328 – физики, 362 – физической культуры, 296 – истории и обществознания, 259 – биологии, 186 – химии, 162 – географии, 91 – ИЗО, черчения, 82 – музыки и т.д.

Благодаря использованию информационных технологий курсы меняют формат: проводятся в офлайн-форме в виде электронных пособий с видеолекциями, в форме онлайн-экспертизы, онлайн-занятия, онлайн-консультаций, с использованием игровых технологий в различных платформах и форматах.

Следует отметить, что учителя в большинстве случаев используют цифровую среду только как обогащение своих собственных знаний, как источник информации и методических ресурсов: готовые разработки, дидактические материалы и т.д., а не применяют возможности ИКТ как инструмент для образования детей. Поэтому особое внимание институт уделяет развитию информационной компетентности педагогических и руководящих кадров: программы курсов ПК включают модули по использованию в образовательном процессе современных образовательных технологий; постоянно работают выставочные площадки по теме «Технологические тренды в образовании»; организуются интересные мероприятия:

– работа Международного летнего института была посвящена теме «Современная школа: цифровая трансформация образовательной среды», проведены 37 курсов ДПО с охватом 922 слушателей;

– в стратегической сессии по теме: «Цифровая школа: сетевая интеграция» приняли участие 427 человек, из них очно – 284, дистанционно – 141.

Цифровизация среды системы дополнительного профессионального образования позволила реально осуществить адресное, персональное повышение квалификации педагогов республики по их потребностям и дефицитам.

Персонализация повышения квалификации обеспечивается также через реализацию проектов института:

– проект «Онлайн–школа». Реализация идеи онлайн-школы позволяет создать

мобильное профессиональное сообщество; повысить уровень профессиональной и IKT–компетентности педагогов, работающих в дистанционном формате; выработать модели новых образовательных технологий;

– проект «Английский для всех». Проект направлен на создание условий для формирования у педагогов разных предметных областей способности к иноязычному общению, что позволяет вступать в равноправный диалог с представителями профессионального сообщества, приобщаться к мировым практикам в области образования, вести международные образовательные проекты с представителями других стран;

– проект «Региональная сеть школьных информационно-библиотечных центров». На базе института создается региональная сеть школьных информационно-библиотечных центров как пространство равноправного и открытого доступа к качественным источникам информации на любых носителях. На платформе 1С создается автоматизированная информационно-библиотечная система, производится централизованная каталогизация фондов печатных изданий, электронных информационных и образовательных ресурсов, а также оборудования. Предусмотрены механизмы, обеспечивающие самоуправляемый процесс создания, обновления и фильтрации контента, кооперации с библиотеками системы Министерства культуры Республики Саха (Якутии) и Российской Федерации.

Заключение

Таким образом, модель персонального повышения квалификации педагогов республики – это повышение квалификации, обеспечивающее возможность выбора работниками образования индивидуальных образовательных программ, построения индивидуальной траектории повышения квалификации с учетом конкретных потребностей и собственных дефицитов. Такой подход позволяет педагогу взять в свои руки инициативу в осуществлении непрерывного профессионального образования.

Персональная модель повышения квалификации реализуется через автоматизированную систему объективной и комплексной оценки учителей общеобразовательных организаций на единой электронной платформе повышения квалификации «Новые возможности LK.14».

Отвечая новым вызовам, работа института приобретает новое содержание, внедряет новые технологии, позволяющие учителям выбрать свой собственный маршрут профессионального становления. На курсах повышения квалификации уделяется внимание совершенствованию методических, психолого-педагогических и коммуникативных компетентностей учителей, больше времени отводится практическим занятиям и практикумам, интерактивным формам обучения.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. под №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». [Электронный ресурс]. URL: https://minenergo.gov.ru/view-pdf/11246/84473 (дата обращения: 15.05.2020).

2. Вершловский С.Г. Образование взрослых: вопросы теории. [Электронный ресурс]. URL: http://www.znanie.org/docs/Vershl.html (дата обращения: 15.05.2020).

3. Карпова Е.В. Формирование системы непрерывного профессионального образования // Территория науки. 2015. № 1. С. 29–33.

4. Чоросова О.М., Харенко Н.А., Герасимова. Р.Е. Повышение квалификации педагогов: ориентиры современности. Якутск, 2004. 220 с.

5. Ковалева Т.М. Реализация тьюторской модели в системе дополнительного профессионального образования // Развитие практик тьюторского сопровождения в системе ДПО: сборник материалов всероссийской научно-практической конференции (Архангельск, 15–16 октября 2013 г.) / Науч. ред. Е.В. Груздова; отв. ред. О.Б. Голованова. Архангельск: Изд-во АО ИОО, 2013. С. 6–10.

УДК 37.013.42

МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИАЛЬНОГО ПЕДАГОГА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ЦЕНТРА С РОДИТЕЛЯМИ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Алпатова О.Б.

НОЧУ ВО «Московский институт психоанализа», Москва, e-mail: alpatovs@list.ru

Адресная помощь в рамках современного законодательства жизненно необходима семьям, имеющим детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья. Часто доход в них намного ниже прожиточного минимума. Потребности этих семей в социальной и медицинской помощи превышают их материальные возможности. Обеспечивая социальную защищенность этой категории населения, государство должно предоставлять возможности для развития. В своей работе с семьями, имеющими детей с ограниченными возможностями здоровья, социальный педагог должен оказывать социально-педагогическую помощь семьям в соответствии с индивидуальными особенностями каждого ребенка. Социальные педагоги специализированных реабилитационных центров предоставляют семьям необходимую социально-педагогическую информацию, проводят просветительские мероприятия, консультации, беседы. В данной статье приведен опыт работы Реабилитационного центра для детей и подростков с ОВЗ «Родник». Нами была разработана методика взаимодействия социального педагога Центра с родителями детей с ОВЗ. Матультатом внедрения методики взаимодействия социального педагога Центра с родителями детей с ОВЗ стали создание условий для обучения, реабилитации и социальной адаптации детей с ОВЗ; оздоровление и нормализация отношений в их семьях и их микросоциуме; включение в социально-педагогическую работу самих детей и их родителей.

Ключевые слова: социальный педагог, реабилитационный центр, дети с ограниченными возможностями здоровья, социально-педагогическая поддержка

ETHODS OF INTERACTION OF A SOCIAL TEACHER OF A REHABILITATION CENTER WITH PARENTS OF CHILDREN WITH DISABILITIES

Alpatova O.B.

Moscow Institute of psychoanalysis, Moscow, e-mail: alpatovs@list.ru

Targeted assistance within the framework of modern legislation is vital for families with children and adolescents with disabilities. Often the income of these families is much lower than the subsistence minimum. The needs of these families for social and medical assistance exceed their material capabilities. Providing social protection for this category of population, the state should provide this category of population with opportunities for development. In their work with families with children with disabilities, a social teacher should provide social and pedagogical assistance to families in accordance with the individual characteristics of each child .Social teachers of specialized rehabilitation centers provide families with the necessary social and pedagogical information, conduct educational events, consultations, and conversations .In this article, we would like to share the experience of the Rehabilitation center for children and adolescents with the «Rodnik» health center. We have developed a method of interaction of the center's social pedagogue with parents of children with disabilities. The result of the implementation of the method of interaction of the social teacher of the center with parents of children with disabilities was the creation of conditions for training, rehabilitation and social adaptation of children with disabilities; improvement and normalization of relations in their families and their micro-society; the inclusion of children and their parents in social and pedagogical work.

Keywords: social pedagogue, rehabilitation center, children with disabilities, social and pedagogical support

В нашей стране к наиболее социально незащищенным категориям населения относятся семьи, воспитывающие детей с ограниченными возможностями здоровья. Часто доход в них намного ниже прожиточного минимума. Потребности этих семей в социальной и медицинской помощи превышают их материальные возможности.

Очень многие дети и подростки с ОВЗ страдают от отсутствия общения со своими сверстниками. Родители оказываются в изоляции, им трудно налаживать общение с социальным окружением по месту жительства [1]. Часто они вынуждены переходить на неполный рабочий день или бросать работу.

Адресная помощь в рамках современного законодательства жизненно необходима семьям, имеющим детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья. Современное общество озабочено вопросами по поддержанию качества жизни таких семей на самом высоком уровне.

Обеспечивая социальную защищенность этой категории населения, государство должно предоставлять этой категории населения возможности для развития. Главные цели социально-педагогической работы с семьей, в которой воспитывается ребенок с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), – это оптимизация воспитательного потенциала родителей, комплексное содействие в организации их взаимодействия с различными социальными структурами, обеспечение социальной защиты семьи и мобилизация ее реабилитационных возможностей [2].

Целью данной статьи является описание методики взаимодействия социального педагога реабилитационного центра с родителями детей с ограниченными возможностями здоровья.

В своей работе с семьями, имеющими детей с ограниченными возможностями здоровья, социальный педагог должен оказывать социально-педагогическую помощь в соответствии с индивидуальными особенностями каждого ребенка.

Среди актуальных задач государственной социальной поддержки детей с ОВЗ можно выделить ряд первостепенных вопросов. Прежде всего это предоставление им равных возможностей в реализации прав и свобод, создание условий, позволяющих вести полноценный образ жизни, учиться и работать. Необходимо активизировать участие этой группы населения в политической и общественной жизни общества.

Социально-педагогическая поддержка ориентируется прежде всего на оказание превентивной и оперативной помощи. Социальные педагоги специализированных реабилитационных центров предоставляют семьям необходимую социально-педагогическую информацию, проводят просветительские мероприятия, консультации, беседы и т.п. [3].

В своей работе мы использовали следующие диагностические методики: тестирование; анкетирование; интервью; наблюдение; анализ документов; составление социального паспорта семьи.

Основными формами и методами работы с детьми-инвалидами Реабилитационного центра для детей и подростков с ОВЗ «Родник» являются:

– содействие в получении необходимой медицинской помощи, помощи в выборе формы обучения;

– организация летнего отдыха;

– оказание психологической, педагогической, юридической помощи.

В ходе реализации программы мы использовали такие формы и методы работы с семьей, как:

– оказание материальной помощи;

– проведение индивидуальных бесед и консультаций, лекций для детей и родителей; семейное консультирование, оказание консультативной помощи при решении социальных проблем;

– скорая помощь при разрешении родительско-детских конфликтов в семье.

Особенно эффективным оказался социальный патронаж как форма наиболее плотного взаимодействия с семьей, когда социальный педагог проводит с членами семьи много времени (часто несколько часов в день), входит в курс всего происходящего в семье, оказывая влияние на ход событий. Социальными педагогами широко использовались групповые формы работы с семьей (семьями) – тренинги.

Анализ научных исследований дает возможность под реабилитационной активностью семьи понимать все усилия ее членов, направленные на оздоровление, развитие и результативную социализацию ребенка с ОВЗ. Реабилитационная активность семьи представляет собой:

1) действия по поиску источников медицинской помощи, своевременность, последовательность в исполнении медицинских рекомендаций, поддержку регулярных контактов с оздоровительными и реабилитационными учреждениями;

2) активность педагогического потенциала семьи и совместную направленность на всестороннее развитие ребенка; поиск и реализацию ее компенсаторных возможностей, самостоятельное овладение необходимыми развивающими и коррекционными методиками;

3) социальную активность семьи, которая может проявляться в поиске источников как материальной, так и моральной поддержки (например, создание групп самопомощи), стремлении семьи не создавать и при необходимости разрешать конфликтные ситуации [4].

В данной статье приведен опыт внедрения разработанной нами методики взаимодействия социального педагога реабилитационного центра с родителями детей с ограниченными возможностями здоровья в работу Реабилитационного центра для детей и подростков с ОВЗ «Родник». В целях сохранности информации не будем уточнять место нахождения данного Центра по просьбе администрации. На 1 декабря 2020 г. в микрорайоне, который обслуживает центр, проживают пятьдесят семей с детьми-инвалидами. Основная группа детей имеют заболевания центральной нервной системы и опорно-двигательного аппарата. Возрастная категория – от 1 до 16 лет. При организации реабилитации детей-инвалидов основными проблемами являются наличие квалифицированных кадров и возможность получения детьми необходимых реабилитационных услуг. Часто встает вопрос транспортной доступности реабилитационного центра.

Большинство детей дошкольного возраста не посещает ДОУ, что ограничивает их контакты со сверстниками и обуславливает их социальную дезадаптацию.

Необходимо отметить, что это неполные семьи, где дети живут с мамой. Двое детей

находятся под опекой. Матери оформили доплату к пенсии по уходу за ребенком-инвалидом (по причине болезни ребенка) и не работают.

Нами была разработана и апробирована методика взаимодействия социального педагога Центра с родителями детей с ОВЗ.

Целевая группа**:** семьи, воспитывающие детей с ОВЗ. Цель методики: установить сотрудничество социального педагога с родителями, педагогами, специалистами Центра по вопросам воспитания детей-инвалидов.

Ожидаемый результат: создание условий для обучения, реабилитации и социальной адаптации детей с ОВЗ; оздоровление и нормализация отношений в их семьях и их микросоциуме; включение в социально-педагогическую работу самих детей и их родителей.

Социально-педагогическая работа с детьми из семей, воспитывающих детей с ОВЗ, осуществляется социальным педагогом совместно с социальным работником, психологом, педагогами, медиками, дефектологом, представителями общественных организаций [5].

Материально-техническое обеспечение: средства бюджета, спонсорская помощь.

Нами были определены основные этапы деятельности социального педагога с детьми из малообеспеченных семей.

1. Диагностический: выявление проблем ребенка и его семьи.

2. Оказание социально-педагогической помощи детям и семьям в соответствии с выявленными проблемами.

3. Оценка результативности социально-педагогической работы.

Основными направлениями деятельности социального педагога с детьми из малообеспеченных семей являются:

– защита прав ребенка, провозглашенных Конвенцией ООН: права на жизнь и здоровое развитие, на образование и свободное выражение своих взглядов, на защиту от любого вида дискриминации и т.д.;

– учет семей, воспитывающих ребенка с ОВЗ, наблюдение за ними, изучение их состояния, потребностей, специфики воспитания детей и внутрисемейных отношений, что даст возможность определить тип семьи, направления помощи, которую можно предложить, в том числе привлекая других специалистов и организации;

– оказание юридической помощи: отстаивание интересов детей-инвалидов и членов их семей, помощь в предоставлении различных консультационных услуг, защита прав и т.п.;

– направление в службу психологической помощи в случае необходимости;

– организация досуга и отдыха детей из данной категории семей;

– организация работы с родителями, объединение их в ассоциации, группы самопомощи;

– помощь в организации различных курсов, кружков и т.п.

– методическая помощь в осуществлении социальных инициатив, направленных на социализацию детей с ОВЗ [6].

Для оценки деятельности социальных педагогов Центра были предложены критерии оценки результата.

1. Полнота реализации методики – позволяет увидеть результативность решения поставленных задач.

2. Социальная (теоретическая, практическая) эффективность – с помощью данного критерия можно оценить степень успешности работы методики по изменению социально-педагогической, образовательной ситуации и возможность ее практического применения.

3. Гуманитарность – это очень значимый критерий, так как он направлен на сравнение достигнутых результатов проекта с интересами, потребностями, возможностями всех людей, участвующих в проекте.

4. Удовлетворенность участием в проекте. Основными показателями служат субъективные ощущения участников проекта, которые выявляются с помощью проективных методик.

5. Наличие положительных личностных изменений (рост личностных свойств, качеств, характеристик, позитивная динамика отношений).

6. Становление социального партнерства. Возникновение новых социальных связей по сетевому принципу, их расширение и укрепление свидетельствуют о способности участников проекта устанавливать на основе кооперации и сотрудничества коммуникативные связи разного уровня.

Кроме этого, в соответствии с критериями разработаны методы оценки результата социально-педагогической работы.

1. Анализ следующих документов:

– перспективного, календарного плана работы социального педагога на год;

– графика работы на неделю, месяц;

– графика индивидуальных консультаций для отдельных категорий клиентов;

– журнала учета обращений клиентов и разрешения поставленных ими проблем (конфиденциальная информация);

– документации по учету отклонений в развитии, по освоению индивидуальных образовательных маршрутов детьми с ОВЗ;

– данных по изучению социального состава семей;

Результаты оценки деятельности социальных педагогов Реабилитационного центра

Критерии оценки	Содержание критерия	Результаты в процентах
Полнота реализации методики	Позволяет увидеть результативность решения поставленных задач	75%
Социальная (теоретическая, практическая) эффективность	Предполагает сравнение достигнутых результатов проекта с интересами, потребностями, возможностями всех людей, участвующих в проекте	63%
Гуманитарность	Предполагает сравнение достигнутых результатов проекта с интересами, потребностями, возможностями всех людей, участвующих в проекте	57%
Удовлетворенность участием в проекте	Субъективные ощущения участников проекта, которые выявляются с помощью проективных методик	80%
Наличие положительных личностных изменений	Определяют рост личностных свойств, качеств, характеристик, позитивную динамику отношений	85%
Становление социального партнерства	Возникновение новых социальных связей по сетевому принципу: их расширение и укрепление сигнализируют о способности участников проекта устанавливать на основе кооперации и сотрудничества коммуникативные связи разного уровня	70%

– журнала учета мер по социальной защите семей, воспитывающих ребенка с ОВЗ;

– методических рекомендаций для родителей.

2. Беседа с членами семей для выявления уровня удовлетворенности степенью решения социальных проблем и работой социального педагога; диагностическое исследование, позволяющее выявить уровень личностного развития детей в результате проведенной работы.

Социально-педагогическая работа проводилась по следующему плану:

1) своевременное выявление основных проблем в семье;

2) составление индивидуальной программы реабилитации (на этом этапе определяются организации, с которыми необходимо сотрудничество для достижения желаемого результата);

3) проведение мониторинга выполнения программы;

4) подведение итогов.

Социальные педагоги Центра в ходе своей работы с семьями, воспитывающими детей с ОВЗ, учитывали индивидуальные и возрастные особенности детей и их проблемы; особенности семьи; было организовано сотрудничество с медиками, педагогами, психологом, представителями общественности.

Итоги деятельности социальных педагогов Реабилитационного центра представлены в таблице. Необходимо отметить, что наибольших результатов удалось добиться в таких показателях, как удовлетворенность участием в проекте (80%), наличие положительных личностных изменений (85%), становление социального партнерства (70%). В эксперименте участвовало 50 семей, пользующихся услугами Реабилитационного центра « Родник».

Результатом внедрения методики взаимодействия социального педагога Центра с родителями детей с ОВЗ стали создание условий для обучения, реабилитации и социальной адаптации детей с ОВЗ; оздоровление и нормализация отношений в их семьях и их микросоциуме; включение в социально-педагогическую работу самих детей и их родителей. Методическое обеспечение социально-педагогического сопровождения прежде всего решает вопросы, связанные с профессиональной компетентностью педагогов в области формирования самопомощи у семей, воспитывающих ребенка с ОВЗ. Методическая поддержка влияет также на эффективность социально-педагогического сопровождения, так как оказывать ее может только высокопрофессиональный социальный педагог. Разработанная методика, по отзывам родителей и социальных педагогов Центра, позволила улучшить сотрудничество социального педагога с родителями, педагогами, специалистами Центра по вопросам воспитания детей-инвалидов.

В заключение хочется отметить, что использование методики социальными педагогами Реабилитационного центра поможет в построении индивидуальной траектории самопомощи семье, воспитывающей ребенка с ОВЗ. Организация социального партнерства и методического обеспече-

ния сопровождения семейного воспитания позволит оптимизировать процесс социально-педагогического сопровождения семейного воспитания, а также грамотно выстроить сам процесс социально-педагогического сопровождения семей, воспитывающих детей с ОВЗ.

Список литературы

1. Реан А.А. Семьи риска. Дети. Общество // Национальный психологический журнал. 2007. № 1 (2). С. 40–43.

2. Алпатова О.Б., Башкиров А.С. Особенности работы школьного социального педагога по профилактике родительских девиаций// Вестник экономической безопасности. 2016. № 3. С. 344–350.

3. Естемесова Ж.Т. Социально-педагогическая работа с семьями детей с ограниченными возможностями здоровья // Проблемы и перспективы развития образования: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, январь 2013 г.). Т. 0. Пермь: Меркурий, 2013. С. 147–149.

4. Моцовкина Е.В., Вишневский В.А. Направления социально-педагогической работы с семьями, воспитывающими детей с ограниченными возможностями // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. 2018. Т. 12. № 3. С. 91–96. DOI: 10.31161/1995-0659-2018-12-3-91-96.

5. Макаров А.О. Модель социально-педагогического сопровождения семейного воспитания ребенка с ограниченными возможностями здоровья // Вестник ЧГПУ. 2014. № 5. С. 127–138.

6. Алпатова О.Б. Организация социально-педагогического и психологического обследования и сопровождения семей, находящихся в зоне риска // Инновационные методы профилактики и коррекции нарушений развития у детей и подростков: межпрофессиональное взаимодействие: сборник материалов I Международной междисциплинарной научной конференции / Под общ. ред. О.Н. Усановой. 2019. С. 185–188.

УДК 379.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОМЕНА ДЕФИЛЕ В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Васильева Е.Н.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный институт культуры», Тюмень, e-mail: tgiik-rektorat@mail.ru

В данной статье осуществлена попытка исследования феномена дефиле в предметном поле теории и практики социально-культурной деятельности. Представлены научные подходы к осмыслению изучаемого понятия. Рассмотрены его процессуальные и функциональные характеристики. Произведен анализ дефиниций дефиле, что позволило выявить его существенные признаки, основные функции, а также многогранный потенциал, широко использующийся в практике различных культурно-досуговых учреждений. В зависимости от целей и задач, а также статуса (коммерческое, некоммерческое) учреждений, дефиле активно реализуется как технология либо креативная форма проведения мероприятий по привлечению потребителей культурных услуг. Посредством синтеза культурных форм – театра, моды и книги, продемонстрирован спектр функциональных возможностей дефиле: культурно-воспитательных, информационно-коммуникативных, художественно-эстетических, маркетинговых. Предложено авторское определение понятия дефиле, рассматривающее его как развивающуюся художественно-зрелищную технологию, включающую комплекс организованных взаимосвязанных действий, реализуемый в заданном пространстве при помощи культурно-досуговых форм, средств и методов, обладающую культуротворческим, педагогическим и маркетинговым потенциалом. Обозначены специфика и основные особенности организации дефиле в сфере культуры, предполагающие наличие у менеджеров культуры специальных компетенций.

Ключевые слова: дефиле, художественно-зрелищная технология, социально-культурная деятельность, культурно-досуговые формы, организация дефиле

RESEARCH OF THE PHENOMENON OF DEFILE IN THE CONTEXT OF SOCIO-CULTURAL ACTIVITIES

Vasileva E.N.

Tyumen State Institute of Culture, Tyumen, e-mail: tgiik-rektorat@mail.ru

This article attempts to study the phenomenon of defile in the subject field of theory and practice of socio – cultural activities. Scientific approaches to understanding the concept are presented. Its procedural and functional characteristics are considered. The article analyzes the definitions of the defile, which allowed us to identify its essential features, main functions, as well as its multi-faceted potential, which is widely used in the practice of various cultural and leisure institutions. Depending on the goals and objectives, as well as the status (commercial, non-commercial) of institutions, defile is actively implemented as a technology, or a creative form of events to attract consumers of cultural services. Through the synthesis of cultural forms-theater, fashion and books, the range of functional capabilities of the defile is demonstrated: cultural and educational, information and communication, artistic and aesthetic, marketing. The author's definition of the concept of «fashion show» is proposed, considering it as a developing artistic and entertainment technology, including a complex of organized interrelated actions implemented in a given space using cultural and leisure forms, tools and methods, with cultural, pedagogical and marketing potential. The specifics and main features of the organization of defiles in the field of culture are indicated, suggesting that cultural managers have special competencies.

Keywords: defile, art and entertainment technology, social and cultural activities, cultural and leisure forms, organization of fashion shows

Дефиле как особая организованная реальность сегодня активно пронизывает социокультурную среду обитания современного человека. Являясь атрибутом модной индустрии, дефиле эволюционировало от элитарной культуры до грандиозного шоу, проникая в массовое сознание людей и постепенно завоевывая площадки многочисленных культурно-досуговых учреждений.

Особое внимание к рассмотрению данного явления в предметном поле социально-культурной деятельности обусловлено целым рядом объективных причин.

Во-первых, М.А. Ариарский, определяя современную эпоху как креативно-информационную, подчеркивает необходимость «приведения социокультурной деятельности в соответствие с новой социокультурной ситуацией и новыми требованиями к содержанию и формам вовлечения разных групп населения в мир культуры и социального творчества» [1, с. 104]. Ключевыми факторами трансформации досуговой сферы в настоящее время выступают раскрепощение сознания людей, высвобождение их социальной активности и инициативы, а также условия рыночной экономики, что вплотную приближает ее к маркетинговым технологиям.

В процессе активного поиска и удовлетворения потребностей отдельных граждан и социальных групп культурно-досуговая деятельность постепенно преобразуется в индустрию досуга.

Во-вторых, в социокультурной практике прослеживается диверсификация массовых форм культурно-досуговой деятельности. Заимствуются и творчески перерабатываются формы из других сфер деятельности, что вызвано «тенденцией «смешения» элементов элитарной и массовой, традиционной и мировой культуры, элементов различных жанров (кино, театра, фотографии, живописи, скульптуры, танца и т.д.)» [2, с. 99]. Все чаще в разработке досуговых форм специалисты сферы культуры обращаются к технологии театрализации, где зрелищность и создание особой праздничной атмосферы реализуется за счет синтеза видов искусств.

В-третьих, в теории и практике социально-культурной деятельности, преемственность и интегрирующий характер различных отраслей гуманитарного научного знания (культурологии, социальной педагогики, управления и др.) позволяет использовать их методики и технологии с целью получения всесторонней информации о различных феноменах социально-культурной деятельности.

Вышесказанное актуализирует обращение к проблеме определения дефиле как явления социально-культурной деятельности, его потенциала в развитии индустрии досуга.

Цель исследования: анализ современного состояния исследования дефиле как особого явления в теории и практике социально-культурной деятельности.

Материалы и методы исследования включают в себя анализ информационных и методических материалов, освещающих различные контентные проявления исследуемого феномена дефиле в предметном поле социально-культурной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Осмысление дефиле в научной литературе как многогранного феномена позволяет утверждать отсутствие единого подхода к его пониманию.

Термин дефиле (от франц. défilé – тянуться нитью, проходить мимо один за другим) употребляется как в единственном, так и во множественном числе, различных значениях. Так, в словаре Т.Ф. Ефремовой термин дефиле определяется следующим образом: 1. Узкий проход между возвышенностями или водными преградами. 2. Проход между препятствиями, обычно используемый обороняющейся стороной для задержания противника. 3. Демонстрация военнослужащими приемов и способов перестроения с оружием на парадах; плацконцерт. 4. Демонстрация моделей одежды манекенщицами в процессе их движения по подиуму. 5. Выездка как вид спорта [3].

Разнообразные толкования термина дефиле могут быть представлены в виде исследовательских подходов.

В первом случае понятие дефиле употребляется в географическом значении; это природные или искусственные объекты.

Во втором случае понятие употребляется в военном значении: как местность, пригодная в качестве маршрутов для передвижения войск с труднопроходимыми препятствиями.

Последние три значения, с нашей точки зрения, органично вписываются в сферу социально-культурной деятельности, которая включает в себя не только любительские занятия в сфере досуга, но и «профессиональный труд, распространяющийся далеко за рамки традиционного досуга» [4, с. 49]. Представленные значения можно интерпретировать как культурно-массовые мероприятия, относящиеся к спортивным, зрелищным и рекламно-коммерческим видам, поскольку акцент сделан на действии, аналогом которого является термин «дефилировать» – торжественно проходить, шествовать (на парадах, демонстрациях и т.п.) [5].

В работах отечественных культурологов и искусствоведов понятие дефиле редко является предметной областью специального рассмотрения. Ученые обращаются к данному термину в контексте исследования феномена моды (О.А. Бакеркина, Э.В. Васильева, И.Н. Гарбазей, М.В. Грусман, Е.В. Глинская, М.В. Дубенкова, Л.А. Климова, Г.И. Могилевская, А.С. Ошмарина, Л.Г. Сидорчукова и др.), наделяя его следующими значениями: «модный показ» (употребляется как синоним дефиле и обозначает форму представления коллекций; демонстрацию одежды из новой коллекции; новый синтетический вид искусства в эпоху постмодерна; культурную практику; визуальный способ предоставления информации); «модное шоу» (показ, имеющий развлекательный постановочный характер); «подиум» (от лат. podium – терраса) – интерпретируется как «организованный процесс показа моделей одежды, обуви и/или аксессуаров (модных объектов), имеющих ту или иную символическую нагрузку (модные значения), с целью демонстрации творческого потенциала дизайнера и/или продвижения товаров на рынке» [6].

Г.Л. Тульчинский, С.В. Герасимов, Т.Е. Лохина определяют дефиле как социальное мероприятие, специальное событие в сфере культуры.

В рамках педагогического осмысления исследуемое понятие рассматривается

в контексте образовательных, воспитательных и развивающих функций театра моды, профессиональной подготовки военных музыкантов и т.п. (Л.Д. Андреева, О.В. Комова, А.В. Малахова, М.А. Мельник, А.В. Федорова и др.).

Представленное терминологическое многоголосие, скорее всего, связано с областью применения, а также процессуальным или функциональным аспектом анализа изучаемого понятия.

Анализ приведённых выше дефиниций дефиле как особого явления социально-культурной деятельности позволил выделить два образующих его аспекта – коллективную природу и целенаправленный сознательный характер деятельности, а также основные функции и существенные признаки.

В настоящее время посредством дефиле реализуются следующие функции: культурно-воспитательная, информационно-коммуникативная, художественно-эстетическая, рекреационная, маркетинговая.

Многофункциональность дефиле демонстрирует утрату традиционных связей между формами социально-культурной деятельности и присущими им функциями в классических классификациях. Сегодня дефиле уже далеко выходит за рамки только рекреационной функции.

К существенным признакам дефиле относятся массовость, зрелищность, театрализация со всем спектром свойственных ей выразительных средств. Вероятно, заимствование термина дефиле и преобразование его в новую технологию массовой работы связано как с миром моды, так и с трансформацией традиционных форм клубной работы, а именно парадами-шествиями, для которых всегда были характерны массовость и зрелищность.

Так, в современной практике учреждений культуры, в зависимости от их целей и задач, а также статуса (коммерческое, некоммерческое), дефиле активно реализуется как технология, либо креативная форма проведения мероприятий по привлечению потребителей культурных услуг. Специалисты сферы культуры творчески используют широкий спектр его функциональных возможностей посредством синтеза культурных форм – театра, моды и книги.

В таком качестве дефиле востребованы в деятельности библиотек, клубов, учреждений дополнительного образования в разных формах.

В библиотеках широко используются книжные дефиле. Дефиле книжное (подиум литературный) представляет собой «торжественный, величавый проход по сцене участников в ярких, красивых костюмах, демонстрирующих при этом книгу, возможно дефиле литературных героев, книг (обложек). Модели для книжного дефиле подбираются под впечатлением сюжетов и образов художественной литературы и отражают творчество конкретного писателя, либо конкретное литературное произведение» [7, с. 10]. Например, посредством дефиле книжных новинок освещается каталог книг «в движении». Посетители библиотек знакомятся с новыми изданиями, раскрывая их ценность, приобщаются к мировому литературному наследию.

В литературно-сказочных дефиле (дефиле киногероев) нередко присутствуют элементы театрализации. Такие мероприятия реализуются совместно с домом моды или с участием модельеров-дизайнеров.

Книжные дефиле могут проводиться авторами произведений заочно, посредством красочной презентации. Читатели знакомятся не только с новыми книгами, но и с интересными писателями, творчество которых представлено в библиотеке иногда целыми сериями. В данном случае, термин дефиле трансформируется из физического динамического действия в движение (развитие) мысли, наполняясь новым содержанием.

Воспитательный и развивающий потенциал дефиле в учреждениях культуры ярко раскрывает симбиоз театра и моды.

В клубных учреждениях проводятся конкурсы-дефиле, тематические дефиле, посвященные дачной моде, эко-моде, национальному костюму, костюмированные дефиле с участием животных и др.

В социокультурных любительских творческих объединениях, театрах мод, зрелищная комплексная форма театрализации (синтез режиссуры, сценографии и хореографии) превращает дефиле «не просто в демонстрацию модной одежды, а в полномасштабное шоу, со своей философской идеей, образом и атмосферой» [8].

Театры мод осуществляют свою деятельность на базе детских садов, средних общеобразовательных школ, колледжей, вузов страны, в системе дополнительного образования, реализуя цели творческого развития, адаптации, социализации, самоопределения детей, подростков, молодежи и пожилых людей, где дефиле становится средством решения образовательных, культурно-воспитательных и развивающих задач.

В настоящее время значимой тенденцией в деятельности такого рода объединений является создание для людей с ограниченными возможностями инклюзивной среды средствами культурно-досуговой деятельности.

По нашему мнению, участие инвалидов в дефиле (модных показах) можно рассматривать как важное условие не только восстановления их физических, психологических, и социальных функций, но и развития духовного, культурного, творческого потенциала, улучшения качества жизни в целом.

В процессе подготовки и реализации модного показа организаторы прививают участникам художественный и эстетический вкус, развивают творческое мышление посредством создания оригинальных модных коллекций, совершенствуют умения создавать собственный образ и демонстрировать коллекции моделей на подиуме (дефилировать), актуализируют интерес к таким профессиям, как топ-модель, швея, модельер, дизайнер одежды [8].

Дефиле как театральные показы могут быть представлены в различных формах: карнавальных, театрализованных шествий, фестивалей, конкурсов, имеют обширную тематику и реализуются в городских, региональных и всероссийских мероприятиях.

В современный период дефиле являются эффективной формой рекламы, инструментом маркетинга. В сфере культуры дефиле востребовано как специальное событие – «явление общественной жизни, организуемое с целью привлечь широкое внимание конкретной аудитории и широкой публики к организациям, ее деятельности, руководству, развитию социальных коммуникаций и социального партнерства» [10, с. 12].

Таким образом, дефиле как феномен социально-культурной деятельности можно трактовать как развивающуюся художественно-зрелищную технологию, включающую комплекс организованных взаимосвязанных действий, реализуемый в заданном пространстве при помощи культурно-досуговых форм, средств и методов, обладающую культуротворческим, педагогическим и маркетинговым потенциалом.

Подобного рода технологии способствуют повышению престижа культурно-досугового учреждения, спросу на его ресурсы, притоку посетителей, что требует от специалистов сферы культуры особого подхода к их организации.

В зависимости от конечных целей, организация дефиле как шоу требует привлечения узких специалистов в связи с решением целого комплекса задач, связанных с разработкой концепции мероприятия, определением места его проведения, стилистическим сопровождением, режиссурой, работой с моделями и визажистами, использованием многообразия форм и видов постановки дефиле и др. Соответственно, важен поиск партнеров, в качестве которых могут выступать модельные агентства, event-агентства, рекламные агенты, СМИ и др.

Современные некоммерческие и коммерческие учреждения культуры реализуют маркетинговую функцию дефиле, уделяя внимание продвижению своей продукции и решая одновременно социальные и экономические задачи. С этой целью они используют методы популяризации и распространения важных сведений о продукте, привлекают средства для поддержания и развития основной деятельности организации.

Все вышесказанное требует от менеджеров в сфере социально-культурной деятельности не только развитых креативных способностей, но и особых компетенций.

Тенденция к слиянию культурных форм в развивающейся индустрии досуга актуализирует умения и навыки менеджеров культуры в коллаборации, особом процессе совместной деятельности, сотрудничестве, при котором происходит обмен знаниями, обучение и достижение консенсуса, где им уготована роль посредника между бизнесом и искусством. Сотрудничество может выражаться в спонсорстве, в совместной рекламе, в использовании продукции партнеров для рекламы и т.д.

В.Е. Новаторов справедливо отмечает, что «в производстве услуг культуры задействованы высококвалифицированные специалисты – режиссеры, музыканты, художники, хореографы – творческие люди, нуждающиеся в особом подходе, постоянной заботе об их профессиональном росте и развитии, популяризации их творческих достижений, иначе говоря – в продвижении» [11, с. 82].

Данный аспект деятельности крайне важен в процессе организации дефиле как масштабного шоу и обозначает запрос на формирование у менеджеров культуры человековедческих знаний в области внутрифирменного и персонального маркетинга и спонсоринга.

Заключение

Резюмируя вышесказанное, важно отметить, что при недостаточной разработанности изучаемого феномена в теории социально-культурной деятельности, в современной практике культурно-досуговых учреждений, дефиле все больше заявляет о себе как формирующаяся, перспективная технология в развитии индустрии досуга.

Реализация художественно-зрелищной технологии дефиле как социокультурной практики позволило выявить основные направления использования его потенциальных возможностей – культуротворческое, педагогическое, маркетинговое.

Культуротворческий потенциал дефиле раскрывается посредством событийной

коммуникации, транслирующей общечеловеческие ценности и ценности культуры. Педагогический потенциал дефиле составляют духовно-нравственное и эстетическое развитие и воспитание, формирование культурно-творческой инициативы личности. Маркетинговый потенциал актуализирует внимание к различным объектам продвижения, реализации проектов и идей, формированию имиджа организаций.

Социально-культурная проблематика феномена дефиле до сих пор не теряет своей актуальности и имеет широкие возможности для дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Ариарский М.А. Новый этап в развитии теории социально-культурной деятельности // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2013. № 1 (51). С. 104.

2. Литвинцева Г.Ю. Исследовательское пространство социально-культурной деятельности // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств: науч. журн. 2012. № 1 (10). С. 99.

3. Ефремова Т.Ф. Современный толковый словарь русского языка. В 3-х т. М.: Аст, Астрель, Харвест, 2006.

4. Киселева Т.Г., Красильников Ю.Д. Социально-культурная деятельность: учебник. М.: МГУКИ, 2004. С. 49.

5. Словарь русского языка: В 4-х т. / РАН, Ин-т лингвистических исследований; Под ред. А. П. Евгеньевой. 4-е изд., стер. М.: Рус. яз., Полиграфресурсы. 1999.

6. Грусман М.В. Мода как феномен культуры и средство социокультурной коммуникации: автореф. дис. ... канд. культ.: 24.00.01. Санкт-Петербург, 2010. 22 с.

7. Современные формы культурно-досуговой работы с читателями / Департамент культуры и туризма Вологодской области; Вологод. обл. универс. науч. б-ка им. И.В. Бабушкина; [сост. Чекушкина Е.Е.; под ред. Корниловой Н.В.]. Вологда: ВОУНБ, 2017. С. 10.

8. Глинская Е.В., Климова Л.А., Могилевская Г.И. Модный показ как новый вид искусства // Молодой ученый. 2018. № 48. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/234/54393/ (дата обращения: 19.04.2020).

9. Климова С.П. Театр моды как форма по созданию среды развития творческих способностей обучающихся // Педагогический опыт: теория, методика, практика: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Чебоксары, 19 февр. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 191–193.

10. Тульчинский Г.Л., Герасимов С.В., Лохина Т.Е. Менеджмент специальных событий в сфере культуры: учебное пособие. СПб.: Лань: Планета музыки, 2009. С. 49.

11. Новаторов В.Е. Маркетинг в социально-культурной сфере // Культура и образование: Научно-информационный журнал вузов культуры и искусств. 2015. С. 80–87.

УДК 378.14

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Власенко О.В., Накохова Р.Р.

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», Черкесск, e-mail: olik_0382@mail.ru, rid.r_nakoh@list.ru

Статья посвящена результатам опытно-экспериментального исследования профессиональной готовности студентов-дизайнеров к проектной деятельности через компьютерные технологии. На основе проведенного исследования проанализирована деятельность студентов-дизайнеров, обучающихся по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн на базе ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия» и ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет им. А.Д. Алиева», в нем приняли участие 208 студентов. На формирующей стадии исследования проводилась опытно-экспериментальная деятельность, основанная на реализации модели подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами компьютерных технологий. Исследовательский поиск проходил в двух направлениях: во-первых, исходя из выработанных ранее путей разрабатывалась модель подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами компьютерных технологий, во-вторых, апробировалась и модифицировалась программа курса «Компьютерное дизайн-проектирование». Таким образом, мы реализовали традиционную схему экспериментально-педагогического исследования в виде формирующего эксперимента для двух групп с итоговым тестированием. Ставились следующие задачи: установить степень воздействия комплекса педагогических условий на подготовку будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами компьютерных технологий (КТ); апробировать и выявить результативность разработанной модели и программы подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ.

Ключевые слова: профессиональная готовность, проектная деятельность, студенты-дизайнеры, компьютерные технологии, результаты, педагогические условия, эксперимент, проектирование

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL WORK OF PROFESSIONAL READINESS OF STUDENTS-DESIGNERS TO PROJECT ACTIVITY THROUGH COMPUTER TECHNOLOGIES

Vlasenko O.V., Nakohova R.R.

North Caucasus State Academy, Cherkessk, e-mail: olik_0382@mail.ru, rid.r_nakoh@list.ru

The article is devoted to the results of the experimental work of professional readiness of design students for project activities through computer technology. Based on the study, the activity of design students of students in the training direction was analyzed. 54.03.01 Design on the basis of FSBEI HE «North Caucasus State Academy» and «Karachay-Cherkess State University named after A.D. Aliyev», it was attended by 208 students. At the formative stage of the study, experimental work was carried out based on the implementation of a model for preparing future designers for design activities using computer technology. At the same time, the research search took place in two directions: firstly, on the basis of previously developed paths, a model was prepared for preparing future designers for design activities using computer technology, and secondly, the program program course «Computer Design – Designing» was tested and modified. Thus, we implemented the traditional experimental-pedagogical research scheme in the form of a formative experiment for two groups with final testing. The following tasks were set: to establish the degree of impact of the complex of pedagogical conditions on the preparation of future designers for design activities using CT. Test and identify the effectiveness of the developed model and the program for preparing future designers for design activities using CT tools.

Keywords: professional readiness, project activity, students-designers, computer technologies, results, pedagogical conditions, experiment, design

Педагогическая проблема организации качества подготовки будущих дизайнеров становится все более актуальной. Появляется необходимость развития качества образовательного процесса с применением интерактивных методов и компьютерных технологий (КТ) в обучении [1, с. 3]. Вследствие этого требуется экспериментально проверить выявленные педагогические условия и специфику подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности через КТ. Диагностический срез на контрольном этапе эксперимента проведен нами после реализации комплекса педагогических условий, включенных в авторскую модель и экспериментальную программу «Компьютерное дизайн-проектирование» по подготовке будущих дизайнеров к проектированию на базе компьютерных технологий. Исходя из этого предложим результаты исследования для ЭГ (104 человека) и КГ (104 человека) на контрольном этапе.

Цель проводимого исследования заключалась в обосновании эффективности ком-

плекса педагогических условий, необходимых для подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности через КТ.

Материалы и методы исследования

Нами использован комплекс методов: педагогический эксперимент, формирование анализа итогового контроля проведения учебных заданий ЭГ и КГ обучающихся, модульное структурирование ступеней исследования, наблюдение, анализ результатов при обучении по программе «Компьютерное дизайн-проектирование», проектной деятельности студентов [2, с. 39].

В ходе опытно-экспериментального исследования проводились диагностические срезы для двух групп испытуемых. Суммарная численность респондентов, включенных в исследование, составляет 208 студентов-дизайнеров, которые также задействованы в констатирующем эксперименте. В процессе эмпирического исследования апробация гипотезы была связана с реализацией ряда диагностических методов и методик, допускающих измерение величин заинтересовывающих признаков.

Кроме того, нами проводилось диагностическое обследование респондентов с использованием конкретных диагностических инструментов методик: «Диагностики социально-психологических установок личности в мотивационно-потребностной сфере» (О.Ф. Потемкиной); «Цель – Средство – Результат» (ЦСР) (А.А. Карманова); «Диагностики личности на мотивацию к успеху» (Т. Элерса); «Диагностики учебной мотивации студентов» (А.А. Реана и В.А. Якунина); «Модификация» (Н.Ц. Бадмаевой); теста «Осознанность жизненных целей», «Диагностика личностной креативности» (Е.Е. Туник) [3–5].

Для доказательства эффективности формирующего воздействия использованы методы математической статистики (U-критерий Манна–Уитни, $\chi 2$-критерий Пирсона), реализованные с использованием программы SPSSv. 22.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Достаточно очевидно, что совокупность измеряемых нами параметров, определяющих уровень профессиональной готовности будущих дизайнеров, можно рассматривать в динамике, в росте, то есть разное наличие их у одного субъекта вправе определять разный уровень их готовности.

Определены педагогические условия, показывающие результативность формирования подготовки к компьютерному проектированию будущих дизайнеров и готовность к индивидуальной проектной деятельности:

– *образовательные условия* (организация образовательного процесса как последовательной целенаправленной системы, обеспечивающей непрерывность, методологическое и организационно-управленческое включение посредством реализации комплексной экспериментальной программы «Компьютерное дизайн-проектирование», построенной на основе использования инновационных форм, методов и технологий, оптимизирующих процесс подготовки в вузе будущих дизайнеров, и охватывающей весь период обучения студентов в вузе);

– *профессионально-специфические условия* (формирование креативной образовательной среды с применением КТ, которая в наибольшей степени способствует изменениям как в содержательной, так и процессуальной сторонах подготовки к будущей проектной деятельности студентов посредством разработки и реализации структурно-функциональной модели формирования проектной деятельности средствами КТ);

– *мотивационно-личностные условия* (повышение актуальности, приоритетности роли, места и практического значения формирования проектной деятельности, что способствует формированию у студентов самостоятельности при решении учебных задач и обеспечивает изменения целевых ориентиров и субъектной позиции будущих дизайнеров в процессе приобретения профессиональных компетенций, а именно: студент становится активным участником процесса собственного совершенствования как специалист) [6, с. 125].

С учетом выявленного комплекса педагогических условий составлены и экспериментально внедрены авторская модель и программа эффективной профессиональной подготовки будущих дизайнеров средствами КТ.

В процессе формирующего эксперимента в образовательный процесс студентов-дизайнеров введена экспериментальная программа «Компьютерное дизайн-проектирование».

Сформированы уровни к проектной готовности обучающихся с внедрением авторской модели и экспериментальной программы с эффективной профессиональной подготовкой: низкий, средний, высокий.

В ходе проводимого исследования были отмечены стремление к проектной деятельности и формирование когнитивного, эмоционально-деятельностного, креативного, оценочного, мотивационного компонентов у будущих дизайнеров.

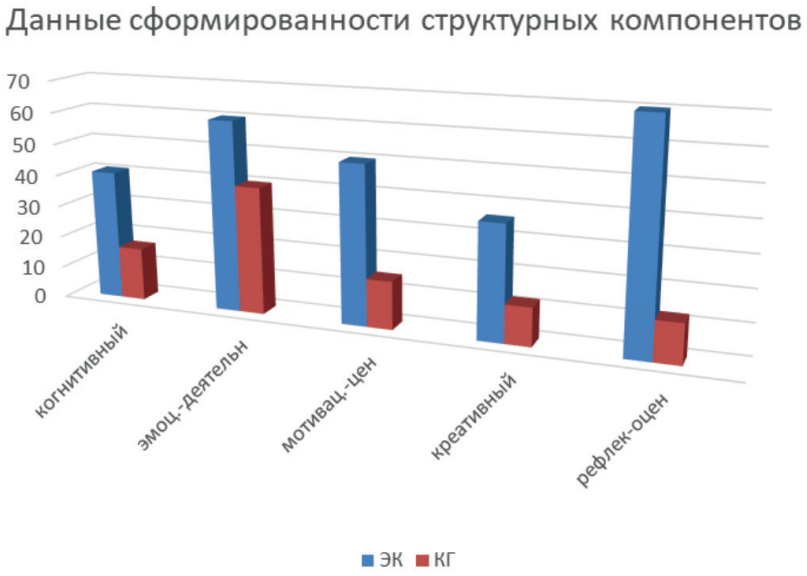


Рис. 1. Динамика высокого уровня структурных компонентов подготовки дизайнеров к проектной деятельности

Выявилась существенная необходимость использования КТ в образовательной подготовке дизайнеров с их мощнейшими ресурсами для проектно-информационной компетентности формирования профессиональных умений.

Кроме того, установлен качественный рост выполняемых учебных, творческих проектных заданий на проектирование у ЭГ при использовании в полной мере выявленных педагогических условий, что обеспечивало самореализацию студентов в учебной деятельности и способствовало повышению мотивации к творчеству, успешности в учебе и удовлетворенности результатом проектирования.

На рис. 1 показаны результаты изменения в значениях высокого уровня компонентов профессиональной подготовки дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ в экспериментальной и контрольной группах.

По данным исследования из рис. 1 видна динамика структурных компонентов. Диагностическое исследование позволяет сделать выводы: ЭГ и КГ по всем показателям сформированности структурных компонентов в процессе подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ различаются [7, с. 162].

По когнитивному компоненту «Подготовка будущих дизайнеров к проектной деятельности» можно сделать вывод о превосходстве значений его показателей в экспериментальной группе над контрольной, что доказывает успешность применения КТ в процессе подготовки дизайнеров к проектной деятельности.

По результатам диагностики параметров профессиональной готовности будущих дизайнеров к осуществлению проектной деятельности по методике «Цель – Средство – Результат» (ЦСР) (А.А. Карманова) репрезентант эмотивно-деятельностного компонента подготовки дизайнеров подтверждает результативность экспериментального воздействия, что характеризуется значимыми различиями между КГ и ЭГ по уровню сформированности данного компонента.

Мотивационно-ценностный компонент – «Подготовка дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ», представленный для определения мотивационной направленности личности на достижение успеха по методике Т. Элерса, показал позитивную динамику для ЭГ по сравнению с КГ. В процессе экспериментального воздействия сформировавшихся и усилившихся структурных отклонений в значениях уровней мотивации к успеху расхождения между ЭГ и КГ увеличиваются.

Креативный компонент «Подготовка дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ», признаком которого служит параметр «креативность», существенно изменился под влиянием специальных условий реализации экспериментальной програм-

мы. Так, обнаружена позитивная динамика в изменении значений показателя креативности в ЭГ отличие от КГ.

Рефлексивно-оценочный компонент характеризуется мотивацией самопознания, самосовершенствования, саморазвития.

Методика «Осознанность жизненных целей», которая определяет осознание будущими дизайнерами глубины сформированности своих жизненных и профессиональных целей и задач, определила и динамику уровня сформированности рефлексивно-оценочного компонента. Динамика различий свидетельствует о том, что в ЭГ за счет введения авторской программы по подготовке дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ повышается параметр рефлексивно-оценочного компонента как важного элемента феномена самоактуализации.

Таким образом, как показывают данные исследования, все структурные компоненты показали позитивную динамику в ЭГ, а экспериментальная программа и авторская модель эффективны в процессе подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ.

В итоге повторное исполнение всех методик на КЭ допускает определение уровня сформированности готовности к проектной деятельности будущих дизайнеров к воплощению своих профессиональных компетенций и информационной компетентности.

Результаты диагностики представлены на рис. 2.

На КЭ в КГ и ЭГ количественные данные сформированности у обучающихся готовности к организации проектной деятельности средствами КТ статистически достоверно различаются.

По окончании педагогического эксперимента студенты ЭГ и КГ были вновь проанкетированы с помощью тех же диагностических методик с использованием того же диагностического материала.

Представленные в таблице результаты отражают средние значения готовности студентов к организации проектной деятельности средствами КТ по всем структурным компонентам.

Представленные в таблице результаты свидетельствуют о положительной динамике уровня готовности студентов – будущих дизайнеров ЭГ к проектной деятельности средствами КТ.

В КГ эти изменения не столь значительны: лишь на 2% (с 43% до 41%) уменьшилось число студентов, имеющих низкий уровень готовности к проектной деятельности средствами КТ.

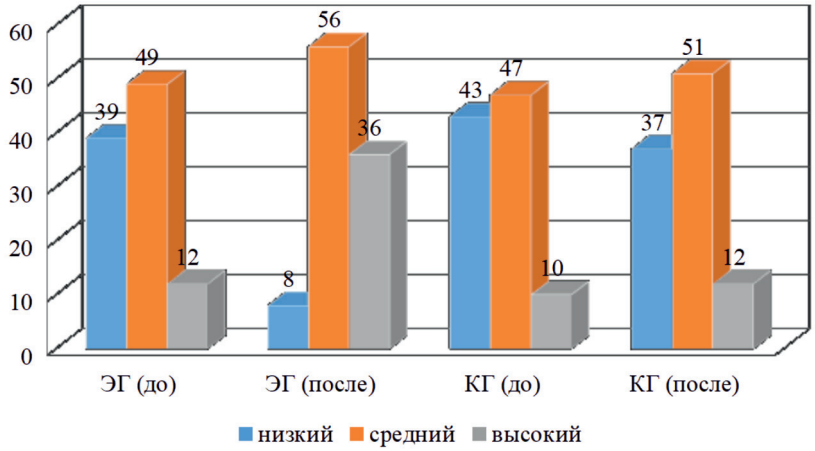


Рис. 2. Данные сформированности готовности к проектной деятельности будущих дизайнеров (КЭ)

Готовность студентов – будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ на заключительном этапе формирующего эксперимента, в%

Количество студентов	Уровни готовности					
	Низкий		Средний		Высокий	
	До	После	До	После	До	После
104 (КГ)	43	41	50	53	11	10
104 (ЭГ)	44	24	49	56	11	24

На 3% (с 50% до 53%) увеличилось число студентов, обладающих средним уровнем готовности к проектной деятельности средствами КТ (объяснить данный факт можно пополнением багажа знаний и умений в процессе производственной практики).

Число студентов с высоким уровнем готовности к проектной деятельности средствами КТ уменьшилось на 1% (с 11% до 10%), что можно объяснить трудностями, с которыми они столкнулись при прохождении производственной практики, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

Благодаря предложенному нами направлению подготовки будущих дизайнеров к проектной деятельности средствами КТ в ЭГ значительно сократилось число студентов, обладающих низким уровнем готовности (с 44% до 24%) и возросло количество обучающихся, имеющих высокий уровень намерения к будущей своей профессии (с 11% до 24%): практически 89% обучающихся направления подготовки 54.03.01 «Дизайн» готовы на должном уровне использовать методы КТ в проектной деятельности. Данный факт говорит о правомерности введения нами компьютерной проектной деятельности в образовательный процесс современного вуза и использования для ее организации КТ с первого курса с поэтапностью выполнения заданий: учебный процесс, построенный на основе авторской комплексной программы, охватывающей весь период обучения в вузе, способствовал повышению проектной подготовки студентов, сформировал у них навыки и умения, необходимые им в будущей профессиональной деятельности.

Студенты ЭГ при прохождении компьютерного проектирования в выполнении проектов продемонстрировали умение самостоятельно организовывать свою проектную деятельность средствами КТ, чего нельзя было сказать о студентах КГ.

Данное обстоятельство позволяет предположить результативность полученных данных и определяет число обучающихся к уменьшению после формирующего эксперимента соответствующих базовой части проектной готовности.

Заключение

Результативность экспериментальной работы подтверждает возросшее количество респондентов с высокими профессиональными мотивами, уровнем креативности, достаточной мотивацией к успеху.

Таким образом, основываясь на оптимальных показателях, можно определить образ студента, готового рисковать ради цели с высоким уровнем стремления, обладающего высокой мотивацией достижения, соответствием жизненных целей и их ресурсов, усилившимся воображением и любознательностью, стремящегося быть более гармоничным, имеющего ярко выраженные установочные ориентиры.

Следовательно, эмпирическое исследование с включением в процесс авторской модели и экспериментальной программы доказывает результативность.

В результате были исследованы не только исключительно профессионально важные умения и навыки в компьютерном дизайн-проектировании, но и творческая, интеллектуальная активность, пространственное мышление у обучающихся.

Стабильная динамика всех критериев заметна в ЭГ, где осуществлялось исследование по авторской методике, и не столь значимые результаты оказались у студентов КГ, проходивших обучение традиционным методом.

Следовательно, можно сделать выводы о результативности предложенных педагогических условий, авторской программы и модели с целью эффективного формирования информационно-профессиональных компетентностей будущих дизайнеров в проектной деятельности средствами КТ.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при формирующем эксперименте реализация модели и экспериментальной программы оказала влияние на позитивные трансформации в учебно-профессиональной мотивации студентов-дизайнеров, что выступает маркером роста готовности к проектной деятельности будущих дизайнеров.

Определена необходимость применять КТ для эффективного использования компьютерной 2D и 3D графики в процессе обучения с целью формирования профессиональных умений и информационной компетентности дизайнеров.

Список литературы

1. Гущин Ю.В. Интерактивные методы обучения в высшей школе // Dubna Psychological Journal. 2012. № 2. С. 1–18.

2. Коробий Е.Б. Педагогические условия формирования проектной культуры студентов-дизайнеров: дис. …канд. пед. наук: 13.00.08. Москва, 2015. 161 с.

3. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты: учебное пособие. Самара: Бахрах-М, 2017. 672 с.

4. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 368 с.

5. Бордовская Н.В., Реан А.А., Педагогика: учебник для вузов. СПБ.: Питер, 2011. 304 с.

6. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М., 2010. 287 с.

7. Власенко О.В., Накохова Р.Р. Динамика профессиональной готовности студентов – будущих дизайнеров к проектной деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 160–165.

УДК 378.1

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОНЛАЙН-КУРСА «БИОЭТИКА» В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Воробьева С.А., Завершинская Н.А., Неронова М.Ю., Маймистов Д.Н.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: socialsci.dept@pharminnotech.com

В статье раскрывается значение дистанционных технологий в учебном процессе, рассматриваются особенности разработки внедрения онлайн-курса «Биоэтика» для студентов химико-фармацевтического направления обучения. Представленный онлайн-курс включает в себя два основных модуля «Общие проблемы биоэтики» и «Специальные проблемы биоэтики и фармацевтической этики». В содержание этих модулей входят план действий, информация (учебный материал), комплексы самостоятельных работ и контролирующих материалов, наконец, блок педагогического общения. Рассмотрение особенностей внедрения дистанционного курса и основано на результатах эмпирического исследования, в котором приняли участие студенты разных уровней подготовки Санкт-Петербургского химико-фармацевтического университета. Проанализировано отношение студентов к дистанционным формам обучения, раскрыта степень значимости для них дистанционных форм занятий и их результативность. Также дана характеристика проблем, возникших у студентов в процессе онлайн-изучения дисциплины в связи с трудностями адаптации к дистанционной форме обучения. В статье приводятся сравнительные характеристики традиционной и дистанционной моделей обучения. Затрагивается вопрос об усовершенствовании методик дистанционного обучения для повышения результативности образовательных практик и полноценной социализации личности студента. Авторы делают вывод о целесообразности соединения элементов онлайн-обучения с традиционными формами контактной работы со студентами.

Ключевые слова: онлайн-курс, дистанционная форма обучения, традиционная форма обучения, биоэтика, модульная технология, проблемное обучение

FEATURES OF TEACHING THE ONLINE COURSE «BIOETHICS» IN A PHARMACEUTICAL UNIVERSITY

Vorobeva S.A., Zavershinskaya N.A., Neronova M.Yu., Maymistov D.N.

Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Saint-Petersburg, e-mail: socialsci.dept@pharminnotech.com

The article reveals the importance of distance technologies in the educational process, discusses the features of the development of implementation of the online course «Bioethics» for students of the chemical and pharmaceutical field of education. The presented online course includes two main modules «General problems of bioethics» and «Special problems of bioethics and pharmaceutical ethics». The content of these modules includes an action plan, information (training material), complexes of independent work and control materials, and finally, a block of pedagogical communication. Consideration of the features of implementing the distance course is based on the results of an empirical research, which was attended by students of different levels of education of the Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University The authors analyze the attitude of students to distance learning, reveal the degree of significance of distance learning for students and effectiveness of this form of learning. The article also describes the problems encountered by students in the process of online study of the discipline due to difficulties in adapting to distance learning. The article presents comparative characteristics of traditional and distance learning models. The article addresses the issue of improving distance learning methods to improve the effectiveness of educational practices and full socialization of the student's personality. The authors conclude that it is appropriate to combine elements of online learning with traditional forms of contact work with students.

Keywords: online course, distance learning, traditional form of learning, bioethics, modular technology, problem-based learning

Информационная цивилизация, переход к которой осуществляет современный мир, порождает новые вызовы, адресованные системе вузовского образования. Французский философ-постмодернист Ж.-Ф. Лиотар в работе «Состояние постмодерна» отмечает: «Было бы естественным полагать, что увеличение числа информационных машин занимает и будет занимать в распространении знаний такое же место, какое заняло развитие средств передвижения сначала человека (транспорт), а затем звука и изображения (медиа). При таком всеобщем изменении природа знания не может оставаться неизменной» [1, с. 16–17].

Изменение статуса знания неизбежно обусловливает реформирование системы вузовского образования на основе принципов гуманизации, гуманитаризации, дифференциации, многоуровневой подготовки, компьютеризации, индивидуализации и непрерывности. Современное образование не может сводиться только к сумме накопленных знаний у обучающихся, а должно (помимо знаний) включать разные умения и навыки: «делать, жить, слушать и т.п.»

(Ж.-Ф. Лиотар), т.е. формировать набор компетенций (универсальных, общепрофессиональных, профессиональных и пр.).

В соответствии с изменением статуса знания в современном мире перед российской вузовской системой поставлена задача перевода образования на новую образовательную парадигму, сориентированную, прежде всего, на формирование будущего специалиста с высокими профессиональными навыками, широтой знаний, умением быстро осваивать новые отрасли, мыслить гибко и нестандартно, быстро переходить от одного уровня мышления к другому, принимать оптимально рациональные решения по возникающим проблемам. Для развития таких личностных качеств выпускника вуза в образовательный процесс необходимо внедрять новые инновационные технологии обучения, основанные на современных достижениях науки и направленные на формирование и развитие выпускника вуза, владеющего широким диапазоном компетенций. Новые задачи, стоящие перед высшим образованием, актуализируют вопрос о необходимости переосмысления методологических и технологических подходов к преподаванию вузовских дисциплин. В настоящее время происходит активное внедрение в сферу высшего образования информационно-коммуникационных и дистанционных образовательных технологий, предусматривающих модификацию способов организации учебного материала, коммуникации преподаватель – студент, всей структуры образовательного процесса. Одной из важнейших проблем дистанционного обучения является создание новых методов и технологий обучения, отвечающих требованиям телекоммуникационной среды, с тем, чтобы учащиеся были не просто пассивными потребителями информации, а создавали собственное понимание предметного содержания обучения [2].

Цель исследования состоит в определении особенностей организации теоретического содержания и приемов обучающих воздействий онлайн-курса «Биоэтика», адресованного студентам медико-фармацевтических направлений подготовки. Онлайн-курс по дисциплине «Биоэтика» открывает богатые возможности доступа к знаниям, овладения учебным материалом в режиме индивидуальных траекторий, развития рефлексии по поводу ценностных оснований теории и практики медико-фармацевтических наук, стимулирования к дальнейшим размышлениям над результатами конкретно-научной деятельности в сфере медико-фармацевтического профиля. В то же время для авторов данного исследования важно было выяснить, какие проблемы возникают у студентов в процессе онлайн-обучения биоэтике, обозначить наиболее сложные для понимания темы, формы дистанционного курса, тем самым попытаться определить преимущества и недостатки этой модели преподавания по сравнению с традиционной, а также определить направления совершенствования данного курса.

Материалы и методы исследования

Материалы исследования основываются на опыте создания и преподавания массового открытого онлайн-курса (МООК) «Биоэтика» в Санкт-Петербургском государственном химико-фармацевтическом университете (СПХФУ), на результатах научно-исследовательской работы, связанной с поиском путей модернизации современного высшего фармацевтического образования, а также на проведенном социологическом опросе студентов Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета (СПХФУ). Объектом исследования стали студенты специалитета и магистратуры СПХФУ. В исследовании приняли участие 119 человек: 99 студентов первого курса, обучающихся по специальности «Фармация», и 20 студентов магистратуры, проходящих обучение по направлениям «Химическая технология» и «Биотехнология». Обработаны 103 анкеты (100 %), из них 90 анкет студентов первого курса (87 %) и 13 анкет студентов магистратуры (13 %).

Преподаватели кафедры социально-гуманитарных дисциплин Санкт-Петербургского химико-фармацевтического университета разработали онлайн-курс «Биоэтика» в соответствии с программой учебной дисциплины, ее целями и задачами, набором компетенций, которые должны быть сформированы в результате обучения и которые предполагают овладение обучающимися способностью «осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с этическими нормами и морально-нравственными принципами фармацевтической этики и деонтологии» [3]. Речь идет, во-первых, о сформированной способности осуществлять взаимодействие в системе «фармацевтический работник – посетитель аптечной организации» в соответствии с нормами фармацевтической этики и деонтологии, во-вторых, о способности осуществлять взаимодействие в системе «фармацевтический работник – медицинский работник» в соответствии с нормами фармацевтической этики и деонтологии.

Таблица 1

Сравнительные характеристики традиционной и дистанционной моделей обучения [4, с. 7]

Характеристика традиционной и дистанционной моделей обучения		
Элемент модели	Традиционная модель	Дистанционная модель
Направление обучения	Предметно ориентирована на усвоение определенного количества знаний, умений и навыков	Личностно ориентирована на мотивацию, уровень подготовки каждого индивида, развитие его способностей и обогащения собственного опыта
Цель	Прогнозирование единого результата для всех студентов	Развитие каждой личности в зависимости от ее потребностей
Принципы обучения	Наглядность, доступность, поэтапное усложнение, последовательность, научность	Постоянство, активность, проблемность, системность, модульность
Характер взаимоотношений участников	Субъектом деятельности является преподаватель, объектом – слушатель	Субъектом взаимодействия является слушатель, преподаватель, руководитель курсов
Деятельность студента	Воспроизводство знаний	Творческая

Авторы представили курс в дистанционном формате, что обусловлено востребованностью сегодня этой модели обучения и некоторыми ее преимуществами по сравнению с традиционной (табл. 1).

Методологическую основу исследования составляют принципы теоретического конструирования познания и педагогических технологий: системность, целостность, концептуальность, научность, диагностичность, эффективность.

Методами исследования являются теоретические (изучение первоисточников и современной научной литературы по онлайн-обучению; систематизация, анализ, синтез, обобщение полученных материалов); эмпирические (анкетирование, анализ результатов деятельности), организационные (сравнение), методы математико-статистического анализа данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Онлайн-курс «Биоэтика» создан с применением модульной технологии и проблемного обучения. Получившая широкое применение в учебном процессе высшей школы модульная технология позволяет более широко реализовать возможности самостоятельной работы студентов с модулями. Студенту дается возможность самому освоить предмет, самому контролировать уровень усвоения знаний, производить самооценку. При этом, конечно, модульное обучение зависит от уровня подготовленности учащихся, их предыдущих знаний и желаемого уровня получаемой квалификации.

В соответствии с модульной технологией весь учебный материал дисциплины разбит на два модуля (блока): «Общие проблемы биоэтики» и «Специальные проблемы биоэтики и фармацевтической этики». Каждый модуль включает в себя: дидактическую цель (план действий); информацию (учебный материал, представленный в виде видеолекций, конспектов лекций, презентаций к темам лекций); методические рекомендации по выполнению практических заданий (ситуационные задачи), а также предусмотренных курсом самостоятельных работ, выполняемых в виде эссе на основе интерпретации текстовой информации и с учетом вопросов к ней; комплект контролирующих материалов (промежуточные тесты, итоговый тест, самоконтроль); наконец, блок педагогического общения (форум, консультации, портфолио).

При создании онлайн-курса «Биоэтика» также реализовано проблемное обучение. Результативность такого типа обучения заключается в систематически создаваемых проблемных ситуациях и в организации деятельности студентов по разрешению проблем, что обеспечивает сочетание самостоятельной поисковой деятельности обучающегося с усвоением профессиональных знаний, навыков и умений. Проблемная технология позволяет не представлять знания в готовом виде, а ставить перед студентами учебные задачи, вопросы, практические задания, которые должны его заинтересовать, пробудить желание найти способ решения. Именно познавательный интерес к предмету и профессиональная мотивация обеспечивают эффективность обучения. Широкие возможности проблемного обучения студентов использованы авторами-создателями онлайн-курса «Биоэтика» при составлении ситуативных задач и заданий для самостоятельной работы [5, с. 471].

Авторы онлайн-курса использовали для мотивации студентов убедительные аргументы, позволяющие сформировать интерес к изучению биоэтики как междисциплинарной области, объединяющей биологические и медицинские науки, юриспруденцию и этику, утверждающей нормы, правила и законы, защищающие жизнь человека и животных. Так, предваряет учебный материал по организации теоретического содержания и приемов обучающих воздействий проморолик, ориентирующий студентов на необходимость получения знаний в области биоэтики для осуществления профессиональной миссии оказания качественной медицинской и лекарственной помощи людям. В контент курса включаются цитаты создателя биоэтики, американского ученого и врача Вана Ренселлера Поттера, а также выдающихся врачей прошлых эпох, таких как Гиппократ, Авиценна, Н.И. Пирогов и другие.

Основной замысел онлайн-курса, как свидетельствуют результаты анкетирования, достиг своего результата (табл. 2). Так, 48% участвовавших в опросе студентов ответили, что в ситуации принятия решения предпочли бы выбрать изучение биоэтики в форме МООК. Мнения остальных респондентов разделились: 16% студентов выразили желание слушать лекции в аудитории, а задания выполнять дистанционно, другие 16% студентов, наоборот, хотели бы изучать материалы лекций дистанционно, а семинары предпочли бы в аудиторной форме, 18% оказались приверженцами традиционной формы проведения занятий. При этом среди студентов-первокурсников мужского пола сторонников традиционной формы изучения дисциплины оказалось 40%, в то время как среди представительниц женского пола таковых оказалось лишь 11% первокурсниц и 14% студенток магистратуры.

Достаточно высоко студенты оценили эффективность изучения курса «Биоэтика» в дистанционном формате (табл. 3). Если среди студентов-первокурсников 45% девушек и 48% юношей оценили курс в дистанционном формате на «хорошо», то среди магистрантов с такой оценкой согласилось большинство (соответственно 86% девушек и 83% молодых людей).

При распределении форм занятий учебного дистанционного курса по степени их значимости 76% респондентов отметили видеолекции в целом как важные (очень важные, важные, скорее важные), 73% – конспекты лекций, 54% – презентации лекций, 36% – практические задания с примерами, 35% – тесты, 29% – самостоятельные работы (рисунок).

Невысокая оценка студентами значимости такой важной формы, как самостоятельная работа, возможно, объясняется трудностями, с которыми столкнулись обучающиеся при их выполнении. Так, большинство всех опрошенных студентов специалитета и магистратуры (55%) отметили, что при изучении тем курса наибольшие затруднения у них возникли при выполнении самостоятельных работ, а также тестов (табл. 4).

Таблица 2

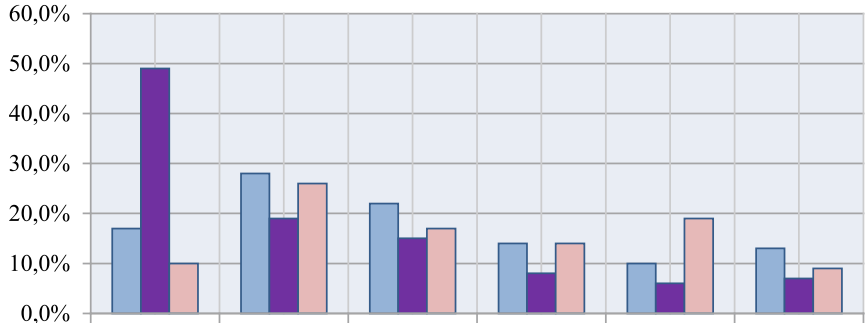
Предпочтительная форма изучения дисциплины

Какую бы Вы предпочли форму изучения дисциплины?					
параметры	студенты		магистранты		общее
Массовый открытый онлайн-курс	36%	49%	49%	58%	48%
Традиционная форма изучения	40%	11%	17%	14%	18%
Лекции **в** аудитории, **а** выполнение заданий дистанционно	16%	17%	17%	14%	16%
Материалы лекций дистанционно, **а** семинары **в** аудитории	8%	23%	17%	14%	16%
Другое					2,0

Таблица 3

Эффективность курса «Биоэтика» в дистанционном формате

Оцените эффективность изучения курса «Биоэтика», представленного в дистанционном формате					
параметры	студенты		магистранты		Общее мнение всех респондентов
Отлично	16%	15%	–	–	14%
Хорошо	48%	45%	83%	86%	50%
Удовлетворительно	32%	38%	–	14%	33%
Неудовлетворительно	4%	2%	17%	–	3%



	видео-лекции	конспекты лекций	презента-ции лекций	практичес-кие занятия	тесты	самостоя-тельная работа
очень важные	17,0%	28,0%	22,0%	14,0%	10,0%	13,0%
важные	49,0%	19,0%	15,0%	8,0%	6,0%	7,0%
скорее важные	10,0%	26,0%	17,0%	14,0%	19,0%	9,0%

Значимость форм занятий при дистанционном изучении дисциплины

Таблица 4

Трудности при изучении курса

В чем у Вас возникли трудности при изучении тем курса (несколько ответов)?					
	Студенты специалитета		Студенты магистратуры		Общее мнение всех респондентов
параметры	мужчины	женщины	мужчины	женщины	
В тестах	36%	17%	50%	43%	25%
В самостоятельных работах	44%	62%	50%	43%	55%
При освоении материала лекций	–	17%	–		11%
Другое	Незаинтересованность Поиск аккаунта	Практические задания		нехватка времени – 14%	

Наибольшие затруднения, по ответам студентов, вызвали у них следующие темы: «Моральные проблемы трансплантации органов и тканей» (35% студентов специалитета и 65% – магистратуры), «Этика в психиатрии» (58% студентов специалитета и 61% – магистратуры), «Моральные проблемы медицинской генетики» (40% студентов специалитета).

При выполнении самостоятельных работ по теме «Моральные проблемы трансплантации органов и тканей» особо проблемными для студентов оказались вопросы, касающиеся этических аспектов трансплантации стволовых клеток и тканей, мозговой субстанции и сердца, моральных границ медицинских экспериментов в области трансплантологии с позиций науки и религии.

Сложности самостоятельной работы по теме «Этика в психиатрии» были связаны с интерпретацией фрагмента работы М. Фуко «История безумия в классическую эпоху», для выполнения которой необходимо было раскрыть генетические связи между юридификацией и медикализацией сумасшествия, объяснить понимание душевной болезни позитивистской медициной, показать связь патерналистской модели взаимоотношений психиатра и больного с ценностями буржуазного общества. Задание также включало определение видов ущерба при психиатрическом лечении, перечисление мер обеспечения прав душевнобольных людей в развивающихся странах и пр.

Наконец, проблемные вопросы по теме «Моральные проблемы медицинской генетики» касались этических аспектов новых репродуктивных технологий в разных религиозных конфессиях: католицизме, православии, протестантизме, исламе, буддизме. Трудности у студентов возникли также при выполнении задания, в рамках которого необходимо было критически оценить отношение трансгуманизма к новым репродуктивным технологиям и будущей эволю-

ции человека, в том числе к утверждению о «конце материнства», об исчезновении процессов вынашивания и рождения и равенстве женщин и мужчин, о трансформации традиционной семьи, о сходстве между трансгуманизмом и евгеникой и пр. Многие студенты не увидели ничего катастрофичного в позиции трансгуманизма и выразили свое согласие с трансгуманистическими репродуктивными проектами.

Неудивительно, что осмысление студентами проблем, возникших в процессе изучения дисциплины, повлияло на их решения, связанные с вопросом о недостатках дистанционного курса «Биоэтика». Кроме сбоев в системе, 44 % студентов и магистрантов в качестве недостатка указали, что «если что-то непонятно, то не у кого спросить», а также 26 % отметили, что им не хватало консультаций преподавателей.

Заключение

Опыт создания МООК и дистанционного обучения по дисциплине «Биоэтика» свидетельствует о том, что дистанционный формат преподавания далеко не всегда способствует достижению поставленных целей по формированию компетенций, связанных со знаниями и умениями использования современных международных и правовых документов, а также принципов, правил, моделей биоэтики для решения актуальных проблем в области медицины, фармации и медико-биологических исследований.

В ходе освоения МООК часть студентов столкнулась с трудностями адаптации к дистанционной форме обучения. Во-первых, некоторые студенты продемонстрировали, что не умеют учиться самостоятельно и испытывают потребность в общении «лицом к лицу» с преподавателем, потому что им проще и комфортнее овладевать базовыми знаниями с непосредственной дидактической помощью преподавателя. Во-вторых, студенты отмечали, что испытывали сильное чувство отчужденности в режиме онлайн и нуждались в проведении корректив ных занятий офлайн в «традиционной» форме, где можно было бы поставить проблемные вопросы, их всесторонне обсудить и получить ответ. В-третьих, из-за низкого уровня самодисциплины и навыков самообучения некоторые студенты либо прибегали к обману, выдавая работы, выполненные другими студентами, за свои собственные, либо из-за недостаточной мотивации и организованности не успевали вовремя их сдать. Учитывая результаты опроса студентов, разработчики курса в дальнейшем намерены включать в учебный процесс гибридные формы обучения, дополняющие онлайн-обучение традиционными формами занятий.

При усовершенствовании методик дистанционного обучения необходимо также предвидеть те проблемы, которые могут возникнуть в связи с обеспечением процесса полноценной социализации будущего специалиста. Вряд ли полноценный личностный рост студента может произойти на основе исключительно цифровой коммуникации. Ведь очевидно, что «характерной чертой подобной синтетической области общения является формализация отношений между коммуникантами и уплощение объема общения, подмена глубины «живой» высказанной мысли формально выраженным сообщением» [6, с. 82–83].

Таким образом, чтобы образование стало пропуском в будущее, необходимо уже сегодня решать острые проблемы, возникшие в связи с активным внедрением в сферу высшего образования информационно-коммуникационных и дистанционных образовательных технологий.

Список литературы

1. Лиотар Ж.-Ф. Состояние постмодерна. М.: Институт экспериментальной социологии. СПб.: Алетейя, 1998. С. 160.

2. Водолад С.Н., Зайковская М.П., Ковалева Т.В., Савельева Г.В. Дистанционное обучение в вузе // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2010. № 1 (13). [Электронный ресурс]. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Дистанционное-обучение-в-вузе-Водолад-Зайковская/4fde26a6c1eb022dfc1b91cd354b526ff8d655c2 (дата обращения: 28.04.2020).

3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 33.05.01 Фармация // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/330501_C_3_26062018.pdf (дата обращения: 27.04.2020).

4. Романова Н.Л. Онлайн-курсы как инновационная форма дистанционного обучения // Педагогика высшей школы. 2018. № 2. С. 5–8.

5. Веремчук А.С., Воробьева С.А., Завершинская Н.А., Неронов А.В., Неронова М.Ю., Маймистов Д.Н. Опыт внедрения новых инновационных технологий в учебный процесс // Инновации в здоровье нации: сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2018 г.). СПб.: Изд-во СПХФУ, 2018. С. 468–472.

6. Лазинина Е.В. Цифровая реальность в контексте процессов коммуникации и экзистенции человека // Современные исследования социальных проблем. 2019. Т. 11. № 2. С. 78–90.

УДК 797.2

ВЛИЯНИЕ ПЛАВАНИЯ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ

[1]Григан С.А., [2]Шутьева Е.Ю., [3]Шенгелая С.А.

[1]ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Ростов-на-Дону, e-mail: svetlana-grigan@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: fizkult@rgups.ru;

[3]ЧОУ ВО «Ростовский институт защиты предпринимателя», Ростов-на-Дону, e-mail: fizkult@rgups.ru

Воздействие плавания на развитие детей раннего возраста носит комплексный характер, включает в себя воздействие на различные физиологические системы организма и позволяет в полной мере заниматься совершенствованием физических и моральных качеств и психологической устойчивости. В воде ребенок может совершать более активные движения, развиваются и укрепляются многие мышечные группы, происходит формирование правильной осанки, профилактика плоскостопия. В свою очередь вода оказывает гидростатическое давление на тело ребенка, обеспечивая эффективный массаж. При вертикальном погружении в воду до уровня шеи у грудничка также, благодаря гидростатическому давлению воды на грудную клетку, происходит затруднение вдоха, а выдох становится более свободным. Поэтому при вдохе очень активно работают дыхательные мышцы, усиливается вентиляция легких, улучшается их кровоснабжение, увеличивается жизненная емкость легких. Занятия в воде заставляют работать все мышцы ребенка, это способствует развитию моторики опорно-двигательного аппарата малыша, укрепляет его позвоночник. Проныривание грудничков эффективно влияет на укрепление дыхательной системы, при этом необходимо более тщательно контролировать частные бассейны, которые оказывают данную услугу, чтобы они выдерживали все нормы санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.

Ключевые слова: грудничковое плавание, физическое развитие, обучение плаванию, плавание, тренировка, контроль бассейнов, очистительные системы

INFLUENCE OF SWIMMING ON THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN AT EARLY AGE

[1]Grigan S.A., [2]Shuteva E.Yu., [3]Shengelaya S.A.

[1]Rostov State University of Communication Routes, Rostov-on-Don, e-mail: svetlana-grigan@mail.ru;

[2]Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, e-mail: fizkult@rgups.ru;

[3]Rostov Institute for the Protection of Entrepreneurs, Rostov-on-Don, e-mail: fizkult@rgups.ru

The impact of swimming on the development of young children is complex and includes the impact on various physiological systems of the body and allows you to fully engage in improving physical and moral qualities and psychological stability. In water, the child can make more active movements, many muscle groups develop and strengthen, the formation of proper posture, prevention of flat feet occurs. In turn, the water exerts its own hydrostatic pressure on the child's body, providing an effective massage. When vertically immersed in water to the neck level in the baby, also due to the hydrostatic pressure of the water on the chest, there is difficulty in inhaling, and exhalation becomes more free. Therefore, when inhaling, the respiratory muscles work very actively, the ventilation of the lungs is enhanced, their blood supply improves, and the vital capacity of the lungs increases. Classes in the water make all the muscles of the child work, this contributes to the development of motility of the musculoskeletal system of the baby, strengthens his spine. Diving infants effectively affects the strengthening of the respiratory system, and it is necessary to carefully monitor the private pools that provide this service so that they can withstand all the rules of the Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations.

Keywords: infants swimming, physical development, swimming training, swimming, training, pool control, cleaning systems

Актуальность данной статьи заключается в том, что воздействие плавания на развитие детей раннего возраста носит комплексный характер, включает в себя воздействие на различные физиологические системы организма и позволяет в полной мере заниматься совершенствованием физических и моральных качеств и психологической устойчивости. Нередко молодые родители с восторгом наблюдают, как их грудной ребенок с радостной улыбкой и счастливым визгом плещется в воде. Ежедневные водные процедуры становятся любимым занятием ребенка, и забрать его из воды – настоящее испытание. Видя такой восторг своего ребенка, родители начинают задумываться об обучении плаванию новорожденного. Но такое обоюдное желание ребенка и их родных требует особого внимания и ответственности. Ведь окончательное решение должно быть результатом тщательного взвешивания всех плюсов и минусов данного занятия и, конечно же, консультации с педиатром.

Ошибочно считать, что плавание новорожденных – это модное веяние современ-

ности, которое пользуется особой популярностью среди молодых мам.

Исследование австралийских ученых доказало, что дети, которые с самого раннего возраста занимались плаванием, гораздо умнее своих сверстников, которые не были причастны к данному виду спорта.

Тренд на воспитание детей, занимающихся плаванием, появился еще в 1930-х гг. И если раньше речь шла исключительно о пользе данного вида спорта, то в последние годы стали упоминать и о его негативных сторонах. Еще в 1939 г. австралийка по фамилии Тимерман по совету своего доктора стала брать с собой в бассейн грудного ребенка. Женщина заметила, что ребенок с первого посещения начал активно вести себя в воде, а после и развиваться гораздо быстрее сверстников. Вскоре госпожа Тимерман написала книгу, которая стала учебным пособием для всех родителей, желающих заниматься грудничковым плаванием со своим ребенком.

С момента зачатия и до появления на свет ребенок обитает в водной среде. Ему очень нелегко адаптироваться к новым жизненным условиям. Ежедневные купания так нравятся ребенку и становятся главным источником его радостного настроения. Кроме удовлетворенного психологического состояния, существует множество других весомых показателей пользы грудничкового плавания. Водные процедуры – это своеобразное возвращение новорожденного в привычную среду. Ребенок снова обретает утраченное при рождении ощущение невесомости. Дети, благодаря занятиям по плаванию, намного быстрее адаптируются к новым жизненным условиям. Занятия в воде заставляют работать все мышцы ребенка, это способствует развитию моторики опорно-двигательного аппарата малыша, укрепляет его позвоночник [1]. Проныривание грудничков эффективно влияет на укрепление дыхательной системы.

Цель исследования: используя анкетирование, провести анализ физического развития детей от нуля до года, занимающихся плаванием, и сравнить полученные данные с календарем развития ребенка, а также выявить положительные и отрицательные стороны грудничкового плавания.

Материалы и методы исследования

В исследовании были использованы теоретические методы: изучение и анализ научно-методической литературы, обобщение и систематизация полученных данных – и эмпирический метод – наблюдение и опрос.

С 2017 по 2019 г. в рамках исследования проводился эксперимент на предмет изучения влияния раннего плавания на физическое развитие детей. Были сформированы две экспериментальные группы детей по 50 человек (25 мальчиков и 25 девочек) в каждой группе, возраст от двух месяцев до одного года, за которыми наблюдали в оздоровительных аквацентрах для детей: «Аквапузики», «Китенок», «Банифаций»:

1 группа – дети, плавающие с двух месяцев до одного года 3–4 раза в неделю;

2 группа – дети, плавающие с двух месяцев до одного года 1–2 раза в неделю;

После трех лет проведения эксперимента, подвели итоги методом анкетирования и, обработав результаты для каждой из групп, сравнили их с показателями, приведенными в анкете, описанной в работе Е.Ф. Лукушкиной, где были представлены средние показатели физического и интеллектуального развития детей от нуля до одного года. В нашем исследовании мы рассматривали только физическое развитие ребенка, по таким показателям, как умение сидеть, переворачиваться со спины на живот и с живота на спину, умение ползать и ходить [2].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе эксперимента были получены следующие результаты: 1 группа (плавающие 3–4 раза в неделю): за первый год жизни 82% детей раньше стали сидеть; 74% детей раньше, чем их сверстники, стали переворачиваться (со спины на живот и с живота на спину); 78% детей раньше стали ползать; 80% детей раньше стали ходить.

2 группа (плавающие 1–2 раза в неделю): за первый год жизни 64% детей раньше стали сидеть; 54% детей раньше, чем их сверстники, стали переворачиваться (со спины на живот и с живота на спину); 50% детей раньше стали ползать; 50% детей раньше стали ходить.

Выявление положительных и отрицательных сторон в грудничковом плавании

По известному закону Архимеда, при погружении в воду тело человека становится легче в 7–8 раз. Это объясняется возникающим противодействием между силами гравитации и выталкивающей силой воды. Поэтому именно в воде ребенок может совершать более активные движения, развиваются и укрепляются многие мышечные группы, происходит формирование правильной осанки, профилактика плоскостопия. В свою очередь, вода оказывает свое, гидростатическое, давление на тело ребенка, обеспечивая эффективный массаж. При вертикальном погружении в воду до уровня

шеи у грудничка также, благодаря гидростатическому давлению воды на грудную клетку, происходит затруднение вдоха, а выдох становится более свободным. Поэтому при вдохе очень активно работают дыхательные мышцы, усиливается вентиляция легких, улучшается их кровоснабжение, увеличивается жизненная емкость легких. Имеет значение температура воды в ванной или бассейне во время занятий. Температура воды менее 32–33 °С способствует повышению тонуса сосудов кожи (сужению), в результате чего увеличивается приток крови к сердцу, что требует от него более активной работы. Этим достигается тренировка сердечно-сосудистой системы во время плавания, усиливается кровоснабжение головного мозга и внутренних органов. Если температура воды выше, то сосуды, наоборот, расширяются, улучшается периферическое кровоснабжение. Точно так же имеет значение и длительность водных процедур. Кратковременные обливания или погружения в воду, особенно прохладную, активизируют деятельность нервной системы. Более длительные занятия успокаивают, улучшают сон [3].

Благодаря эффективной мышечной деятельности, стабилизации работы нервной системы, улучшению деятельности легких, тренировке сердечно-сосудистой системы, во время регулярных занятий плаванием ребенок активно развивается и физически, и интеллектуально, становится более стабильным эмоционально, у него улучшается сон, аппетит, укрепляется иммунитет. Положительные эффекты от плавания в бассейне для новорожденных довольно многочисленны, поэтому педиатры часто рекомендуют его для укрепления иммунных свойств организма малышей, нормализации мышечного тонуса и развития скелетной структуры в качестве ЛФК. Плавание для грудничков сопоставимо по результативности с инновационными физиопроцедурами или сеансами мануальной терапии. Вода в бассейне или ванне производит физиологический массаж мышц ребенка, положительно воздействует на кожные покровы ребенка и активизирует кровоснабжение и метаболические процессы. Регулярные посещения бассейна вместе с мамами способствуют улучшению сна и аппетита младенцев, сокращению и прекращению кишечных колик. Также со времен Древней Греции известно, что плавательные навыки повышают уровень интеллектуального развития детей. Ребенок, с рождения занимающийся в бассейне, растет более любознательным и активным, нежели его сверстники, реже болеет [4]. Постоянные посильные физические нагрузки в воде укрепляют сердечно-сосудистую (даже повышается уровень гемоглобина в крови), нервную, дыхательную и опорно-двигательную системы ребенка, формируют правильную осанку. Занятия вместе с родителями позволяют улучшить психоэмоциональный контакт, формируют положительное восприятие мира.

Однако нужно понимать, что все эти реакции не являются сознательными. Ребенок до одного года не понимает и физически не может плавать самостоятельно. Процедуры в воде с ребенком способствуют тесному контакту между матерью и малышом, когда они плавают в паре. Плавание способствует тому, что в крови ребенка почти в 20 раз увеличивается количество гормона роста – соматотропина.

Несмотря на огромную пользу, плавание и ныряние грудничков в некоторых случаях может приносить вред. Одним из главных минусов занятий новорожденного в бассейнах является слишком большое содержание хлора в воде. Испарения данного химического элемента попадают в дыхательную систему ребенка, раздражают ее пути и приводят к затруднению дыхания. Кроме того, хлорированная вода является источником аллергических реакций на коже ребенка. Даже взрослому практически не удается поплавать и ни разу не проглотить воды. Даже маленький глоток хлорированной жидкости может негативно отразиться на пищеварительной системе ребенка. Устранить такую проблему может организация грудничкового плавания на дому в ванне [5].

К минусам занятий в бассейнах можно отнести и тот факт, что нередко вода в них может быть плохо очищенной, в ней могут обитать бактерии, иммунитета к которым организм грудного ребенка не имеет. В 2010 г. европейские ученые заявили о вреде крытых бассейнов для детей младше года. Все дело во вредном воздействии хлора на незрелую дыхательную систему и весь организм грудничков. Помимо этого вода из бассейна попадает в пищеварительную систему ребенка, что часто приводит к расстройству пищеварения.

К сожалению, полностью избавиться от хлора в воде невозможно, по стандарту Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов. Однако многие водные комплексы проводят дополнительную очистку ультрафиолетом, фильтрами с кварцевым песком и другими способами, что позволяет снизить содержание хлора в бассейне, а также в бассейне должна быть хорошая вентиляция.

Некоторые психологи отмечают, что дети, занимающиеся ранним плаванием,

часто гиперактивны. При этом отмечают, что груднички испытывают стресс от большого количества воды. Но в отношении последнего пункта хочется сказать, что сейчас во многих центрах существуют адаптивные ванны – они раза в два больше домашней ванны и сначала занятия проводят в них. А когда ребенок привыкает, его уже можно переводить в бассейн.

Идеальный возраст для начала занятий плаванием с грудничком, по мнению педиатров и тренеров по грудничковому плаванию, – от трех-четырех недель от рождения и до трех месяцев, поскольку именно на протяжении этого времени у ребенка сохраняются навыки пребывания в водной среде, полученные еще в утробе матери. Главное, что еще не забыт рефлекс сохранения дыхания во время погружения в воду. Другой готовый плавательный рефлекс – толчковый: при принудительном сгибании ножек новорожденный немедленно их разгибает, что позволяет со временем отталкиваться от дна и бортиков бассейна. Кроме того, тело ребенка содержит больше лецитиновых жиров, поэтому его удельный вес намного меньше взрослого, что положительно сказывается на плавучести и способности легко держаться на поверхности воды. Поддержание этих безусловных рефлексов, данных природой для выживания в экстремальных ситуациях, позволяет ребенку в очень раннем возрасте научиться плавать, хотя конечности еще не совсем подконтрольны ему.

Перед тренировками по грудничковому плаванию стоят совершенно иные задачи – это общее оздоровление организма, реабилитация, приобретение положительного опыта контакта с водой, навыка самостоятельного удерживания на поверхности воды и задержки дыхания при погружении в воду во время ныряния. Поэтому и рассматривать занятия нужно именно с этой точки зрения.

Приступая к тренировкам каких-либо водных процедур с новорожденным дома, стоит тщательно позаботиться об условиях, в которых будет находиться ребенок. Оптимальная температура воды в ванной – от +32 до +37 °С. Но все же лучше, если температура будет приближена к нижнему пределу, ведь в слишком теплой воде ребенок будет чувствовать себя вяло, расслабленно, он будет находиться в состоянии полусна, а заставить его плавать в таком состоянии – крайне непросто.

Главный вопрос, который стоит перед родителями: когда можно начинать ходить с новорожденным в бассейн. Касательно этого нет никаких возрастных преград, можно начинать даже со второй либо третьей недели от рождения.

Сегодня существует множество методик и видеоуроков обучения навыкам плавания новорожденных, но каждый ребенок – индивидуальная личность, и подход к нему нужен тоже индивидуальный. Существуют, конечно, универсальные варианты обучения для всех детей: это позиция ребенка лежа на спине либо на животе. Если ребенок лежит на спине, задача родителей – держать его голову за затылок, в позиции на животе необходимо поддерживать над поверхностью воды подбородок ребенка. В процессе обучения азам плавания в ванне необходимо понемногу подталкивать ребенка к тому, чтобы он самостоятельно делал плавательные движения. К примеру, его советуют подталкивать к бортикам ванны, чтобы он, почувствовав опору, отталкивался и начинал плыть, а также переворачивался в воде. Процесс обучения можно превратить в увлекательную игру, таким образом, ребенок быстрее привыкнет к воде и сумеет преодолеть так называемый «стресс погружения в воду».

Научив ребенка делать элементарные движения в воде, можно приступать к урокам ныряния, что является неотъемлемой частью комплекса водных упражнений. Специалисты в данной сфере деятельности разработали подробные пошаговые инструкции обучения ребенка нырянию. Вначале специалисты советуют громко произносить слово «ныряем», после чего сильно дунуть на ребенка. Такой искусственный ветер приведет к тому, что ребенка будет сильно морщиться и пробудит рефлекс к задерживанию дыхания. Такое упражнение нужно проделывать несколько дней, пока ребенка не поймет, что при слове «ныряем» нужно не дышать. Следующий шаг – брызгать ребенку водой в лицо, произнося то же слово. Когда ребенка досконально овладеет умением задерживать дыхание, можно начинать понемногу погружаться в воду: сначала в воде должен находиться только подбородок младенца. Делать все это нужно по той же вербальной команде [6].

После усвоения поверхностных погружений можно приступать к нырянию: когда ребенок будет в отличном настроении, можно начинать понемножку погружать его в воду целиком, немедленно поднимая вверх после каждого погружения. Постепенно можно увеличивать время пребывания ребенка под водой до 6 с. После этого можно переходить к занятиям в бассейне.

Относительно того, кто должен учить ребенка до года плавать – родители или тренер – уже давно идут дискуссии, но боль-

шинство специалистов и врачей сходятся во мнении, что нет лучшего первого учителя плавания, чем уверенная мама ребенка под руководством опытного тренера по грудничковому плаванию. Во-первых, у мамы с ребенком генетически установлена особая связь, во-вторых, никто не будет обращаться с младенцем внимательнее и ласковее, чем родная мать. Поэтому первые тренировки может проводить мама, но обязательно под руководством квалифицированного тренера, так как совместные тренировки обеспечат безопасность и продуктивность занятий.

Выводы

1. В ходе эксперимента были получены такие результаты: 1 группа (плавающие 3–4 раза в неделю): за первый год жизни 82% детей раньше стали сидеть; 74% детей раньше, чем их сверстники, стали переворачиваться (со спины на живот и с живота на спину); 78% детей раньше стали ползать; 80% детей раньше стали ходить; 2 группа (плавающие 1–2 раза в неделю): за первый год жизни 64% детей раньше стали сидеть; 54% детей раньше, чем их сверстники, стали переворачиваться (со спины на живот и с живота на спину); 50% детей раньше стали ползать; 50% детей раньше стали ходить.

На основе анализа полученных анкетных данных можно говорить о том, что уровень физических показателей у детей в возрасте от нуля до одного года жизни, занимающихся плаванием, выше по таким показателям, как умение сидеть, переворачиваться со спины на живот и с живота на спину, умение ползать и ходить, чем средние показатели детей, которые не занимаются плаванием.

2. На основании изучения и анализа научно-методической литературы, а также опроса директоров детских оздоровительных центров можно говорить о том, что 1) необходимо более тщательно контролировать частные бассейны, которые оказывают данную услугу, чтоб они выдерживали все нормы Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов; 2) плавание благоприятно влияет на организм и развитие ребенка, поэтому плюсов в обучении плаванию детей раннего возраста намного больше, чем минусов.

Список литературы

1. Васильева У.Ю., Мелихов Я.П., Ляшенко А.А. Влияние плавания на общее состояние организма // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2017. № 4 (4). С. 19–22.

2. Власова И.Н., Лыскова Т.Ф., Прошагина В.С., Седельникова М.Н. Методы комплексной оценки состояния здоровья детей раннего возраста: учеб.-метод. пособие / Под общ. ред. Е.Ф. Лукушкиной. М-во здравоохранения Рос. Федерации. Нижегор. гос. мед. акад. 2-е изд. Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1999. 36 с.

3. Григан С.А., Нещерет Н.Н. Влияние плавания на развитие и здоровье детей в раннем возрасте // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 12–1. С. 154–158.

4. Джек Боэрле. Плавание: библия тренера: пер. с англ. Е. Кононова. М.: Эксмо, 2014. 410 с.

5. Капотов П.П. Обучение плаванию. М.: Воениздат, 2018. 498 с.

6. Фирсов З. Плавать раньше, чем ходить. М.: ФиС, 1978. 72 с.

УДК 372.862:378

ДИСТАНЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ВУЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКЦИОННОГО ПОДХОДА

Денисов М.П., Габидуллина Л.И.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, e-mail: vmkksumaks@mail.ru

В статье рассматривается структура системы дистанционного обучения основам программирования. Система базируется на средствах Moodle, плагине CodeRunner и продукционных системах. Приведены основные компоненты и модули. Модуль адаптации материалов позволяет реализовать динамическое формирование материала курса в зависимости от знаний студента. Этот процесс использует поиск решений в продукционной базе знаний. Материалы хранятся фрагментами. В процессе поиска решений происходит определение порядка их изучения студентом, а также исключение отдельных фрагментов. Правила в базе знаний создаются для каждого конкретного курса. Знания студента проверяются с использованием тестирования в рамках модуля оценки знаний. В тесты включаются теоретические вопросы и практические задачи. Проверка теоретических вопросов проводится стандартными средствами Moodle. Проверка практических задач происходит в два этапа. На первом этапе код проходит unit-тестирование. Тесты задаются для каждой задачи средствами расширенного плагина CodeRunner. На втором этапе происходит экспертная оценка с использованием продукционной системы. База правил также задается для каждой задачи и включает в себя практические знания преподавателя о возможных ошибках, в том числе несоответствиях условиям, оптимальных решениях, рекомендациях и критериях оценки.

Ключевые слова: дистанционное обучение, Moodle, обучение программированию, экспертные системы, поиск решений, продукционные системы

DISTANCE LEARNING TOOLS FOR BASICS OF PROGRAMMING IN UNIVERSITIES USING RULE-BASED APPROACH

Denisov M.P., Gabidullina L.I.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: vmkksumaks@mail.ru

The article discusses the structure of distance learning system for basics of programming. The system is based on Moodle tools, CodeRunner plug-in and rules-based systems. The main components and modules of the system are given. The material adaptation module implements dynamic constructing of course material depending on a student's knowledge. This process uses the inference engine for the rule-based knowledge base. The materials of the courses are stored as fragments. The inference engine sets the order for a student to study these materials and excludes some of the fragments. The rules in the knowledge base are created for each course. Student's knowledge is checked by the knowledge assessment module using tests. Theoretical questions and practical tasks are included into tests. Verification of theoretical questions is processed by standard tools of Moodle. Solutions of the practical tasks are checked with two steps. At the first step the code goes through unit testing. Unit tests are set for each task by tools of the extended CodeRunner plug-in. At the second step the code is gone through the expert assessment using the rule-based expert system. The rules base is created for each task and includes professor's practical knowledge about possible mistakes (includes inconsistency with the conditions of the task), about optimal solutions, about recommendations and assessment criteria.

Keywords: distance learning, Moodle, learning programming, expert systems, inference engine, rule-based systems

В настоящее время область информационных технологий активно развивается – появляются новые подходы к решению прикладных задач. Такое развитие влечет постоянное повышение требований к специалистам, занятым в данной области, в особенности к разработчикам программного обеспечения. Это в свою очередь вызывает необходимость постоянной адаптации учебного процесса под современные реалии, а также увеличение объема материала, который должен усвоить обучаемый. Как следствие, обучение должно продолжаться даже когда у обучаемого нет возможности связаться с преподавателем. Один из вариантов решения проблемы – все больше появляющиеся образовательные структуры, реализующие площадки дистанционного обучения [1]. Использование исключительно таких площадок не позволяет получить студенту ту фундаментальную подготовку, которую дают вузы. Поэтому наилучший результат достигается при внедрении высшими учебными заведениями систем дистанционного обучения в существующие учебные процессы [2; 3].

В связи с вышесказанным появляется актуальность адаптации существующих

или создания новых средств, позволяющих реализовать дополнительный дистанционный доступ обучаемого к материалам, а также позволяющих частично автоматизировать работу педагога в рамках конкретных учебных курсов вузов. В данной статье предлагается подход к частичной автоматизации обучения студентов первого курса «Основам программирования с применением языка C++».

Цель исследования: разработка архитектуры системы дистанционного обучения основам программирования, включающей модуль экспертной оценки решений практических задач.

Материалы и методы исследования

В рамках электронных ресурсов студентам должен быть предоставлен теоретический учебный материал, справочная информация по языку программирования, а также должна быть обеспечена возможность тренировки практических навыков (практикум на компьютере) [4].

Для реализации описанного используется система Moodle [4; 5] и существующие плагины, а также производится их доработка и разработка модулей для работы с продукционными базами знаний.

Выбор системы Moodle обосновывается: развитой системой плагинов, что позволяет расширять возможности системы без ее модификации; большим количеством существующих плагинов, в рамках которых уже реализовано множество возникающих при разработке технических задач; развитой документацией и сообществом системы, что позволяет ускорить решение проблем при разработке; открытым исходным кодом и модульной структурой, что позволяет производить доработки для еще нерешенных задач.

Составление теоретического материала и задач основывается на опыте проведения практических занятий по курсам «Основы программирования» и «Объектно-ориентированное программирование» в КФУ. Предоставление теоретических материалов с удобной навигацией реализовано в Moodle через создание «лекций» и «книг». В рамках «книг» может быть предоставлен лекционный материал, части которого отнесены к иерархическим категориям (главы, разделы). В рамках «лекций» материал может быть представлен в виде отдельных страниц. При определении страницы для перехода студенту может быть задан простой вопрос.

Применение функционала вопросов при навигации по лекциям предполагает некоторую индивидуализацию материала в зависимости от уровня знаний студента. Однако таких простых вопросов недостаточно для определения знаний по программированию. Предлагается формировать материал и последовательность его изучения на основе всестороннего тестирования обучаемого. Одним из важнейших требований к такому тестированию является наличие вопросов, требующих написания программ. Ранее некоторые аспекты такого подхода были реализованы в рамках инструментальной экспертной системы ExPRO [6].

Тестирование по пройденному материалу, предполагающее автоматическую проверку ответа, реализовано в системе Moodle в виде «викторин» с разными типами вопросов, в том числе выбор верного ответа из нескольких вариантов, сопоставление вариантов и т.д. Для вопросов, связанных с написанием программ, существуют различные плагины и расширения системы.

Использование плагина CodeRunner позволяет создавать в «викторинах» вопросы, в ответ на которые студент будет вводить код функции. На основании этого кода система формирует код полной программы. Далее эта программа запускается в песочнице и проверяется тестами, которые задает составитель вопроса. Изначально могут быть созданы тесты, проверяющие точное соответствие вывода функции заданным строкам при передаче ей различных аргументов. Для некоторых аргументов есть возможность задать проверку по случайно сгенерированным значениям [7].

Использование плагина Virtual programming lab позволяет студенту писать и выполнять программы в браузере, а преподавателю запускать проверку программы по заранее заданным тестам [5].

Нужно понимать, что описанные варианты проверки программы – это только unit-тестирование. Такое тестирование сильно зависит от правильности составления самих тестов или случая (если используются случайные значения). Кроме того, оно не позволяет оценить сам код и посоветовать студенту более эффективное или лаконичное решение. Такой подход автоматизирует первичную проверку программы и увеличивает время, которое преподаватель может выделить на объяснение менее тривиальных проблем. Но при этом крайне желательна всесторонняя проверка преподавателем программ, которые успешно прошли тестирование.

В качестве примера могут быть приведены задачи: «пересечение двух целочисленных массивов» и «пересечение двух упорядоченных целочисленных массивов».

Функция, решающая первую задачу, в большинстве случаев подойдет для решения второй задачи. Однако такое решение не будет верным, т.к. не будут использованы особенности упорядоченных массивов и алгоритм будет требовать выполнения гораздо большего числа операций, чем нужно. При этом unit-тестирование покажет, что вторая задача решена верно, если верно решена первая задача. Исключением является подход, при котором студенту будет предоставлен формат и структура вывода всей промежуточной информации, которая также будет проверяться в рамках тестов. Но тогда студент будет выполнять больше механическую работу, т.к. формат вывода будет уже предполагать некоторую конкретную реализацию конкретного алгоритма.

Кроме ошибок несоответствия условиям задачи и неверных ответов, код может содержать и другие ошибки. Самые простые для выявления – синтаксические ошибки. Они определяются любым компилятором. CodeRunner для языка «C++» использует песочницу Jobe с установленным компилятором GCC. Синтаксические ошибки в этом случае будут показаны студенту сразу при запуске проверки вопроса перед проведением unit-тестирования. Однако в процессе компиляции не проверяются ошибки неопределенного поведения, переполнения буфера и другие. Частично эти вопросы могут быть решены с использованием статического анализа кода [8]. Из существующих средств проверки можно выделить Clang. Данные средства могут осуществлять как компиляцию программы, так и проверку с использованием статического анализа, в том числе на этапе компиляции. Это означает, что при использовании Clang вместо GCC программа будет проверяться строже. В итоге студент получит больше сообщений об ошибках. В том числе и об ошибках работы с памятью, которые могут не проявляться на проверяемых тестах или проявляться не всегда.

Тем не менее и такие ошибки полностью не определяются существующими средствами. Это связано со сложностью анализа программ, о которых ничего заранее неизвестно. Но студентам, только начинающим изучение программирования, сначала предлагаются типовые проработанные задачи, что может быть использовано для анализа кода.

Для решения описанных вопросов предлагается интегрировать в систему Moodle подход на основе экспертных систем с использованием процедуры вывода в продукционных моделях [9].

За годы работы преподаватель накапливает знания о том, какие ошибки чаще делают студенты при решении задач; как именно эти ошибки проявляются в коде; на что следует обратить внимание в первую очередь при проверке; какой материал следует объяснить студенту, если найдена та или иная ошибка; какие задачи следует дать для закрепления материала.

Для использования той части этих знаний, которая не представима средствами, описанными выше, может быть использована продукционная модель представления знаний. При таком подходе знания представляются в виде правил вида: ЕСЛИ «условия», ТО «действия». В дальнейшем запускается процесс поиска решений, который для текущих данных и условий определяет список и порядок выполнения «действий».

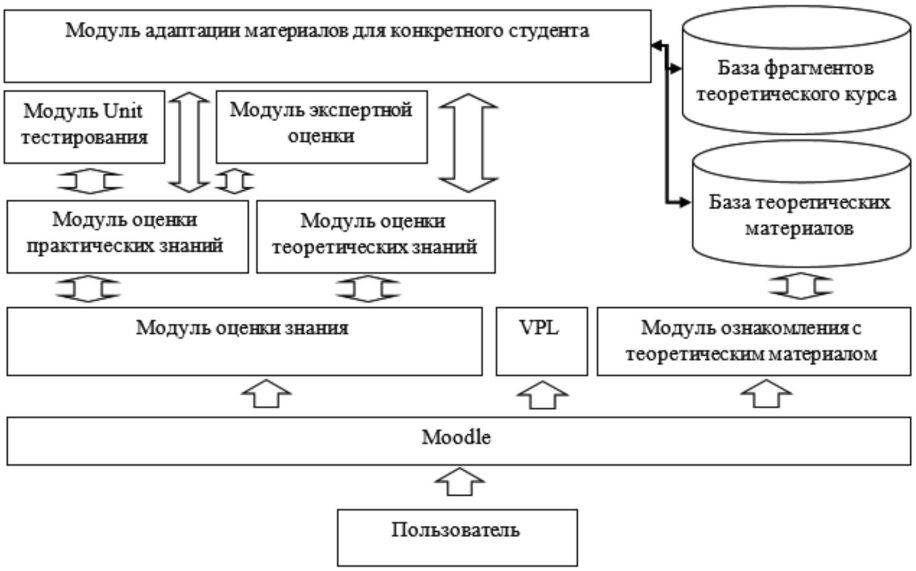
Результаты исследования и их обсуждение

Общая структура предлагаемой системы приведена на рисунке.

При подключении студента к курсу срабатывает процедура клонирования курса с предоставлением доступа только для этого студента. В рамках курса добавлены новые типы ресурсов: «База фрагментов материала»; «База правил адаптации материала». Эти ресурсы видны только составителю курса.

Весь теоретический материал в рамках курса разбит на небольшие фрагменты («База фрагментов теоретического материала», добавленная как ресурс курса типа «База фрагментов материала»), такие как «Оператор сложений», «Оператор инкремента», «Понятие списка», «Понятие наследования». Каждый фрагмент отнесен к одной из категорий. Категории имеют древовидную структуру. Отнесение производится только к листовым узлам. При определении на этих фрагментах материала порядка формируется теоретический материал для конкретного студента («База теоретических материалов») с навигацией по категориям. Практические задачи и отдельные вопросы для оценки знаний студента представлены аналогичным образом («База задач», «База вопросов» входят в «Модуль оценки знаний»), но используется функционал базы вопросов Moodle. В рамках каждой задачи также загружен файл, содержащий «Базу правил оценки решения».

При начале работы студента с курсом материал включает все фрагменты в заданном начальном порядке. При этом сформирована «книга» и первая «викторина». Это формирование происходит в момент клонирования курса.



Общая структура системы обучения программированию для первых курсов вузов

При прохождении первой «викторины», включающей в себя общие вопросы и простые задачи, в системе появляются первые результаты тестирования студента. Далее срабатывает разработанный «Модуль адаптации материалов», включающий в себя экспертную систему с продукционной базой знаний (используются правила из ресурса курса типа «База правил адаптации материала»). То есть запускается процесс поиска решений. В результате этого происходит переоценка фрагментов теоретического материала и тестовых заданий (меняется порядок, принимается решение о включении или удалении отдельных фрагментов). После чего в списке курса студента появляется вторая «книга», которая будет меняться в процессе курса; «лекция» из нескольких страниц, содержащая первые фрагменты из сформированного порядка материалов; вторая «викторина», содержащая новые сформированные вопросы. База правил при этом содержит как общие правила, которые могут быть использованы в различных курсах, так и правила для конкретного курса. Например: «ЕСЛИ задания.решенные.содержат([«быстрая сортировка»]) И задания.решенные.категории ([«сортировка»]).число > 2 ТО фрагменты. категории([[«сортировка», «алгоритмы»]]). метка(закреплено)».

Каждый раз после прохождения последней «викторины» (на прохождение каждой из «викторин» дается одна попытка) снова запускается поиск решений. В результате происходит переформирование второй «книги», формируется следующая «лекция» и «викторина». Материалы из списка участвуют в формировании до тех пор, пока экспертная система не отметит их как закрепленные. Это означает, что каждая следующая «лекция» может содержать материалы предыдущей. В рамках «книги» меняется порядок материала и исключается материал, знание которого студент демонстрирует до включения его в «лекции». Каждая следующая «викторина» наполовину состоит из вопросов, еще не освещенных в рамках «лекций» (первая «викторина» полностью состоит из таких вопросов). Если студент проходит всю «викторину» без ошибок, предупреждений и советов, то следующая «лекция» не формируется и студенту предлагается пройти новую «викторину».

Для оценки практических знаний был расширен плагин CodeRunner. Оценка проводится в два этапа.

На первом этапе решение проходит unit-тестирование. Для компиляции и выполнения кода на C++ используется песочница с установленными инструментами Clang. Переход на второй этап проверки производится в случае, если первый этап пройден успешно (успешно пройдены все unit-тесты, и статический анализ кода не вывел критичных предупреждений). Если на первом этапе возникли ошибки, то задача отмечается как нерешенная. Если возникли не критичные предупреждения (хранится список кодов таких предупреждений), то происходит переход на второй этап с записью кодов предупреждений в рабочую память.

На втором этапе действует разработанная внешняя экспертная система оценки решения, которая интегрируется с CodeRunner. Данная система работает с базой правил, составленных на основе практических знаний преподавателя по каждой конкретной задаче («База правил оценки решения»). Например: «ЕСЛИ максимальная_вложенность_циклов > 1 ТО расчет_суммарного_числа_итераций()»; «ЕСЛИ суммарное_число_итераций > min(размерность_массива_1,размерность_массива_2) ТО предупреждения.добавить(«задача решена для обычных массивов, а не упорядоченных»)». Правила могут изменять балл за решение (в начале второго этапа задача имеет максимальный балл); устанавливать сообщения, которые будут выведены пользователю; передавать факты для записи в рабочую память «Модуля адаптации материалов». Например, если студент решил задачу по нахождению пересечения для обычных массивов, а по условию требовалось для упорядоченных, то задача отмечается как решенная неверно, но в рабочую память «модуля адаптации материалов» будет передана информация о том, что студент освоил работу с обычными массивами на уровне решения задачи о пересечении.

Для отладки программ и проведения собственных экспериментов студент может использовать инструменты VPL, которые устанавливаются в системе без изменений.

Заключение

Таким образом, предлагаемая система позволяет реализовать комплексное решение для обучения студентов основам программирования на C++. При этом появляется возможность дистанционного обучения с адаптацией курса под конкретного студента, более «глубокой» проверкой задач и рекомендациями по оптимизации кода по различным критериям. Кроме того, еще больше уменьшается время, затрачиваемое преподавателем на проверку (кроме unit-тестирования, представленного в ранее существующих решениях, система производит проверку на соответствие условиям задачи, предоставляет первичные рекомендации). При этом преподаватель в любом случае просматривает решения и ответы, если они оказываются не типовыми, и при необходимости дополняет базы знаний экспертных систем. Система с данной архитектурой также может быть реализована для разных материалов, задач и языков программирования. Это потребует создания баз правил для конкретных материалов и задач.

Список литературы

1. Орлова Е.Р., Кошкина Е.Н. Эволюция технологий обучения в аспекте развития информационных технологий (первая половина XX в. – начало XXI в.) // Образовательные ресурсы и технологии. 2017. № 4 (21). С. 68–75.

2. Никольская В.А., Родькина О.Я. Применение современных систем дистанционного обучения в образовательном процессе ВУЗов для практической реализации новых требований стандартов последнего поколения фгос 3+ // Научные ведомости БелГУ. Серия: Гуманитарные науки. 2016. № 28 (240). С. 157–155.

3. Чеботарёв В.Г., Громов А.И. Автоматизация процесса обучения // Бизнес-информатика. 2014. № 4 (30). С. 45–52.

4. Касьянова Е.В. Методы и средства обучения программированию в вузе // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 2 (14). С. 23–30.

5. Aldo Von Wangenheim. Developing Programming Courses with Moodle and VPL. Bookess Editora LTDA – ME, 2017. 210 p.

6. Юрин А.М., Денисов М.П. Инструментальные средства создания экспертно-обучающих систем // Информационные технологии в обществе, образовании и науке: материалы Международной научно-практическая интернет-конференция (26–27 ноября 2013 г.) / отв. ред. Т.А. Брачун. Магадан: СВГУ, 2014. 291 с.

7. Nedeva V., Kiryakova G. Moodle plugins coderunner for assessment code in training programming. International Conference on Technics, Technologies and Education. 2019. P. 89–94. DOI: 10.15547/ictte.2019.02.005.

8. Меркулов А.П., Поляков С.А., Белеванцев А.А. Анализ программ на языке Java в инструменте Svace // Труды ИСП РАН. 2017. № 3. С. 57–74.

9. Maxim P. Denisov and Arnold M. Jurin. Search of Solutions with the Variable Strategy in Static Expert Systems. International Business Management. 2015. Vol. 9. P. 998–1006.

УДК 372.854:378

ХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В ПАРАМЕТРАХ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

[1]Егорова Г.И., [2]Лосева Н.И., [3]Беляк Е.Л., [4]Попова Е.М.

[1]ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: egorovagi@list.ru;
[2]Филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тобольск, e-mail: lni99@yandex.ru;
[3]МАОУ СОШ № 16 имени В.П. Неймышева, Тобольск, e-mail: elenabelyak@yandex.ru;
[4]МАОУ СОШ № 20, Тобольск, e-mail: pem1015@yandex.ru

В статье рассматривается новое социокультурное видение химической подготовки с учетом развития интеллектуальной культуры учащихся с различных позиций. Во-первых, показаны проблемы и перспективы химической подготовки в системе взаимодействия школа – вуз – предприятие, показана ключевая роль химических знаний в развитии и формировании научной картины мира для школьников, студентов. Во-вторых, раскрыто функциональное значение, методологические подходы, приоритетные роли химической подготовки в развитии российского общества, научные идеи выдающихся ученых, методистов, практиков, реализуемые в ходе химической подготовки. С этих позиций показано значение химической подготовки как важного условия качественной жизнедеятельности любого человека в глобальном мире. В-третьих, проведено сравнение действующих систем методического характера (содержательный аспект, деятельностный аспект) с учетом параметров развития интеллектуальной культуры как части общей культуры личности. Выявлено педагогическое осмысление роли интеллектуальной культуры как важного условия повышения качества химической подготовки будущих бакалавров, специалистов в вузе. Внимание фокусируется на возможностях реализации системы химической подготовки с учетом приемов, методов развития интеллекта, мыслительных способностей, интеллектуальной культуры с целью подготовки дипломированного специалиста, бакалавра, соответствующих современным требованиям промышленного предприятия.

Ключевые слова: химическая подготовка, интеллектуальная культура, профессиональная компетентность, качество подготовки

CHEMICAL PREPARATION IN THE PARAMETERS OF THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL CULTURE OF STUDENTS IN SCHOOL AND UNIVERSITY

[1]Egorova G.I., [2]Loseva N.I., [3]Belyak E.L., [4]Popova E.M.

[1]Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: egorovagi@list.ru;
[2]Tyumen Industrial University, branch in Tobolsk, e-mail: lni99@yandex.ru;
[3]Municipal Autonomous educational institution Secondary School № 16 named after V.P. Neymyshev, Tobolsk, e-mail: elenabelyak@yandex.ru;
[4]Municipal Autonomous educational institution Secondary School № 20, Tobolsk, e-mail: pem1015@yandex.ru

The article considers a new socio-cultural vision of chemical training, taking into account the development of intellectual culture of students from various positions. First, it shows the problems and prospects of chemical training in the system of interaction «school-University – enterprise», shows the key role of chemical knowledge in the development and formation of a scientific picture of the world for schoolchildren and students. Secondly, the functional significance, methodological approaches, priority roles of chemical training in the development of Russian society, scientific ideas of outstanding scientists, methodologists, and practitioners implemented in the course of chemical training are revealed. From these positions, the importance of chemical preparation as an important condition for the quality of life of any person in the global world is shown. Third, a comparison of existing systems of a methodological nature (content aspect, activity aspect), taking into account the parameters of the development of intellectual culture as part of the General culture of the individual. Pedagogical understanding of the role of intellectual culture as an important condition for improving the quality of chemical training of future bachelors and specialists in higher education is revealed. Attention is focused on the possibilities of implementing a system of chemical training, taking into account the techniques, methods of developing intelligence, thinking abilities, intellectual culture in order to prepare a certified specialist, bachelor, corresponding to the modern requirements of an industrial enterprise.

Keywords: chemical training, intellectual culture, professional competence, quality of training

История становления Российского государства всегда была связана с оригинальными идеями инженерной химической мысли, ориентированными на накопление, преобразование старых химических материалов и создание новых (полимеры, лаки, краски, лекарство и т.д.), а также инновационных технологий, что обеспечивало прогресс России на мировом рынке. Здесь уместно вспомнить выдающихся ученых-технологов и их достижения: первые краски (Н. Зинин, 1844 г.), первый отечественный полимер (С. Лебедев, 1932 г.), первый отечественный антибиотик (З. Ермольева, 1942 г.), первый пластик (Г. Петров, 1914 г.). Открытия настолько велики, что требуют отдельной систематики и научного исследования. Многие отечественные достижения ученых

химиков-технологов, в целом достижения химической науки лежали в основе процветания современной цивилизации.

Глобальность перемен в социуме, в государстве связана с новыми открытиями, научными достижениями, создание и осмысление которых невозможно без участия компетентного, интеллектуально грамотного инженера химического профиля.

Переход на интеллектуальный тип профессиональной химической подготовки, основанной на химических знаниях, мыслительных операциях, умениях, обеспечит компетентность и профессионализм выпускника. Однако сложилось некоторое противоречие между высокими требованиями ФГОС новых поколений и низким уровнем химической подготовки, химической грамотности будущих бакалавров, специалистов, что недопустимо в современных условиях развития государства, так как наши выпускники должны вливаться в коллектив промышленных предприятий и общества в целом [1].

Выделим совокупность значимых проявлений актуальности химической подготовки. Первое проявление связываем со значением химических знаний и их приоритетной роли для развития топливно-энергетической отрасли (ТЭК), нефте-, газохимии, коммуникаций, производства материалов. Второе проявление более высокого порядка связываем с развитием химии материалов на основе природных, синтетических сырьевых ресурсов (синтез каучуков, лекарств, мономеров, полимерных композиций). Третье проявление связываем с разработкой инновационных методов получения новых химических веществ, что ориентировано на современное развитие любого государства. Четвертое проявление связываем с безопасностью. Химическая подготовка как стратегическая отрасль лежит в основе всех сфер деятельности человека, создает среду экологической безопасности для каждого человека. Здесь уместно говорить о химической компетентности, в основе которой лежат системные химические знания, раскрывающие закономерности окружающего мира, что обеспечивает принятие правильных решений производственного, экологического, социокультурного характера.

На наш взгляд, существует ключевая проблема в химической подготовке будущих инженеров. Квалифицированная подготовка бакалавров и специалистов химических направлений для отраслей топливно-энергетического комплекса (ТЭК) – необходимое условие развития государства. Несомненно, элементы химической грамотности, основы химической подготовки как начальной базы подготовки закладываются в общеобразовательной школе. Однако при этом следует отметить химическую безграмотность, проявление элементов особой хемофобии в современной школе, выстроенной с учетом таких тезисов, как «химия – это непонятно», «химия – это не актуально», «химия – это вредно», «химия – это опасно», «химию мне не надо». Современный ученик не профилирован на профессиональную деятельность в химической, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности. Здесь велика роль учителя химии, который раскрывает востребованность химических знаний для отраслей ТЭК российского государства, ориентирует на понимание того, что знания по химии раскрывают комплекс зависимостей, таких как «человек – профессия – химическое вещество», «химическое вещество – новый материал – профессиональная деятельность».

Обучаясь в вузе, студенты усваивают новые закономерности: химические основы фундаментальности представлений о мире; сочетание строения, состава, свойств химической системы; представления о вероятности, хаосе, порядке; передача энергии; структурные частицы; закономерности химических процессов с учетом дискретного и непрерывного, эволюции химических понятий и веществ. Полноценное усвоение знаний, их фундаментальность необходимы, но при этом бакалавр в стенах инженерного вуза, прежде всего, работает над собой, развивает свой интеллект, интеллектуальную культуру, которая обеспечит ему химическую грамотность и компетентность.

Совершенствование химической подготовки мы связываем с организацией процесса развития интеллектуальной культуры как определенной системы и личностного качества, позволяющего проводить анализ критериев, показателей, механизмов химико-технологического явления на основе мыслительных операций, востребованных для дальнейшего профессионального развития.

Цель исследования: совершенствование химической подготовки в школе и вузе с учетом применения приемов и методов развития интеллектуальной культуры.

Материалы и методы исследования

Разработка системы химической подготовки с учетом системообразующего принципа, ориентированного на развитие интеллектуальной культуры школьников и студентов – ключевая задача нашего исследования. Для достижения поставленной задачи использовались приоритетные мето-

ды: теоретический, методологический анализ ведущих концепций, идей, проведение контент-анализа, выборка ведущих авторов по исследуемой проблеме, сравнительный, сопоставительный анализ. В ходе изучения педагогического опыта использовался метод классификации, аналогий. Эмпирические методы отражали сравнительный анализ анкет, бесед не только школьников, студентов, но и педагогов. Статистические методы проводились с учетом методов математического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Научный дискурс понятия «интеллектуальная культура» показывает его многозначность и универсальность. Если говорить о данном понятии как о сложном феномене, то рассматривать его в рамках устоявшихся классических понятий психологии, педагогики надо начиная с интеллекта и общей культуры личности. Категория интеллект в рамках текстологии, альтернативных теорий, экспериментальной психологии обозначена М.А. Холодной как специфика организации умственного опыта человека с учетом компонентов (когнитивный, метакогнитивный, интенциональный опыт), обеспечивающих познавательную активность [2].

Если говорить о данном понятии и рассматривать его в рамках педагогического осмысления, то следует понимать такие ключевые позиции, как активность познания, проявление умственных способностей на практике, активность логических приемов (анализ, синтез, сравнение, причинно-следственные связи). Философский аспект понятия интеллект связан с разумом, способностями души человека, постигающего суть вещей, явлений.

Категория культуры в педагогическом и профессиональном образовании многозначна. Научно-теоретический обзор позволил раскрыть понятие интеллектуальная культура как определенную часть общей культуры, включающей знаниевую систему (умственный кругозор) и систему умственных умений, обеспечивающих высокий уровень развития учащегося для анализа социально-культурных, социально-психологических, инженерных контекстов [3].

Для раскрытия теоретико-методологических основ интеллектуальной культуры были проанализированы труды Новосибирской научной школы философов в 1970–1990 гг. Так, профессор И.С. Ладенко, раскрывая проблемы интеллектуального развития общества в условиях научно-технического прогресса, делает акцент на необходимость и значимость исследований ключевых факторов развития интеллектуальной культуры в рамках глобальности современного мира. Ключевая позиция исследователя та, что интеллектуальная культура – основа общества нового типа [4]. Поэтому каждое общество борется за великие интеллектуальные умы, которые способны переходить, мигрировать из одной страны в другую, решая ключевые задачи страны.

Педагогическое сообщество раскрывает интеллектуальную культуру как индивидуально-личностное образование человека, совокупность проявления его когнитивных, деятельностных, личностных качеств в рамках решения многообразных задач.

Возникает вопрос: почему педагогическое, профессиональное сообщество все чаще обращается к данному понятию? Здесь уместно сделать акцент на ряд причин.

Во-первых, научные достижения многообразны в областях естественнонаучного плана, технологий, промышленности, для чего требуется новая типология мышления, уникальность общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных (инженерных) компетенций. Реализация принципа конвергентности обосновывает включение новых направлений, построенных на ключевых основах (нано-, био-, инфо-, когнито-) техники и технологий. Это тот технологический уровень, который требует совершенствования учебной, производственной, научно-исследовательской деятельности в вузе и школе.

С другой стороны, выпускник школы и вуза не только понимает устройство материального мира, анализирует глобальные проблемы (климат, чистая вода, воздух, пища, энергия, окружающая среда и ее проблемы), но и ориентирован на познание, совершенствование своих качественных умственных характеристик.

Это значимо еще и потому, что будущий специалист, бакалавр, магистр уже в вузе ориентирован на изучение сертифицированных программ с учетом культурных, компетентных показателей, на основе интеграции научных, образовательных, производственных достижений.

Раскрыв основные позиции актуальности интеллектуальной культуры в социуме, жизнедеятельности, отметим ее ключевую роль в повышении качества химической подготовки современного выпускника. Сделаем некоторые пояснения: во-первых, показатели химической подготовки определяются интеллектуальным потенциалом самого человека, в соответствии с его умственными характеристиками, развитием интеллекта как своеобразных условий и результатов обученности, образованности; во-

вторых, уровень химической подготовки связан с субъектной удовлетворенностью, развитием своих знаний, умений, качеств.

Одним из главных результатов химической подготовки студентов является профессиональная составляющая. Однако химическая подготовка в инженерных вузах оказывается краткосрочной, сжатой. Это значит, что большой объем материала приходится модулировать, чтобы за краткое время выдать объемную информацию. При этом у первокурсников нет интереса к химической подготовке из-за отсутствия химических знаний. Да и готовились они к единому государственному экзамену по физике, а не по химии. Данный парадокс проявляется повсеместно. У абитуриентов нет выбора при поступлении (химия или физика). А кто их научил развивать свою интеллектуальную культуру, научил навыкам, умениям, познанию?

Нами внедрена система химической подготовки, где системообразующим элементом является интеллектуальная культура, доказана поэтапность химической подготовки с учетом последовательного включения приемов, методов, содержательных блоков развития интеллектуальной культуры.

Культурологический блок строился с учетом достижения взаимосвязи химии и культуры; исторический блок раскрывал историю химических открытий; когнитивный блок делал акцент на отработку умственных приемов.

Среди выделенных критериев приоритетны: интеллектуальная компетентность (ИК), интеллектуальные умения, готовность к профессиональной деятельности. Интеллектуальная компетентность (ИК) – совокупность знаний, умений, проявляемых в умственной деятельности [5]. Умения (интеллектуальные) – умения мыслить, развивают познавательные способности в химической подготовке. Готовность к профессиональной деятельности строится через компоненты рефлексии (оценка интеллектуальных ресурсов, внешняя позиция по отношению к своей подготовке и интеллектуальной культуре).

Методология химической подготовки определялась рядом подходов. Основа её – мировоззренческая база химической подготовки для развития нравственных параметров и тех качеств, которые присущи лучшим представителям российской химической науки – это культурологический подход.

Практика реализации химической подготовки на основе приемов развития интеллектуальной культуры проводилась с использованием научно-исследовательской, деятельности, методов проектов, интерактивной деятельности.

Отслеживая уровень химической подготовки, мы учитывали результативность видов деятельности: деятельность на учебном занятии (задачи, химический эксперимент, синтез, практикум), научно-исследовательская деятельность (проект, доклад на конференции, научная статья, мини-открытие, патент). Проявление элементов культуры познания (время, ответственность, план, цель, приемы когнитивности, рефлексия). Проявление опыта коммуникаций строилось с учетом поведенческих характеристик (сотрудничество, общая, профессиональная культура). Система химической подготовки на основе развития интеллектуальной культуры внедрялась с 1 по 4 курс у бакалавров (направление «Химическая технология»). Качественные показатели химической подготовки учитывались и соотносились с учетом уровня развития интеллектуальной культуры (таблица).

Средние результаты выраженности уровней химической подготовки в контрольной группе (КГ) и экспериментальной группе (ЭГ)

Группы	Кол-во	Низкий		Средний		Высокий	
		Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Интеллектуальная компетентность							
КГ	22	8	36,3	11	50,0	3	13,7
ЭГ	24	2	8,3	12	50,0	10	41,7
Интеллектуальные умения							
КГ	22	10	45,5	9	41,0	3	13,5
ЭГ	24	2	8,3	10	41,6	12	50,1
Готовность к профессиональной деятельности							
КГ	22	9	40,9	8	36,4	5	23,6
ЭГ	24	3	12,5	9	37,5	12	44, 2
Средние показатели							
КГ	22	9	40,9	9	40,9	4	18,2
ЭГ	24	2	8,3	10	41,6	12	50,1

Методика анализа интеллектуальной компетентности (М.А. Холодная) строилась на основе экспертной оценки следующих качеств: химическая эрудиция, широта научно-технического кругозора. Результаты по показателю «Интеллектуальная компетентность»: высокий уровень – прирост в 3 раза; на среднем уровне значения равноценны между КГ и ЭГ; на низком уровне преобладают студенты контрольной группы (36,3 %).

Методика анализа интеллектуальных умений строилась на основе анализа по применению мыслительных приемов при решении химических задач (анализ, синтез, сравнение, обобщение, установление причинно-следственных связей). Результаты по показателю «Интеллектуальные умения»: высокий уровень – прирост в 3,7 раза; на среднем уровне разница значений между КГ и ЭГ отличается всего в 0,6 раза; на низком уровне оказалось 45,5 % студентов контрольной группы.

Методика выявления готовности к профессиональной деятельности проводилась на основе анализа развития общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций по разработанному тесту. В состав теста был включен ряд заданий, составленных ведущими инженерами промышленного предприятия по данному направлению. При этом учитывались и результаты научно-исследовательской, производственной, преддипломной практики. Результаты по показателю «Готовность к профессиональной деятельности»: высокий уровень – прирост в 1,8 раза; на среднем уровне разница значений между КГ и ЭГ составила 1,1 раза; на низком уровне оказались студенты контрольной группы (40,9 %).

Студенты ЭГ вышли на высокий уровень химической подготовки и развития интеллектуальной культуры в количестве 50,1 %. Однако 8,3 % студентов из этой группы оказались на низком уровне. При опросе студентов ЭГ были выявлены причины, по которым они оказались на низком уровне: мотивационные (отсутствие интереса, нежелание заниматься наукой), профессиональные (поступил в вуз по желанию родителей, низкий кругозор, случайная профессия).

Химическая подготовка с учетом развития интеллектуальной культуры обучающихся в ЭГ показала достойные качественные результаты при выполнении производственной, преддипломной практики, защиты дипломных проектов. Все студенты экспериментальной группы выполняли выпускные квалификационные работы по темам промышленного предприятия, делали доклады по научно-исследовательской работе. Наблюдение за производственной деятельностью бакалавров показывает, что уже на первых этапах работы они активны в науке, производстве, социокультурной жизни предприятия [6].

Заключение

Таким образом, высокий уровень химической подготовки необходимо связывать с процессом развития интеллектуальной культуры, для получения качественных результатов через систему ведущих приемов, гарантирующих результат, компетентность будущих бакалавров, специалистов.

Список литературы

1. Митрофанов Д.В. Особенности интеллектуальной культуры студентов // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. 2016. Т. 21. № 10 (162). С. 14–18. DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-10(162)-14-19.

2. Холодная М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. М.: Издательство «Юрайт», 2019. 334 с.

3. Адилова В.Х. Историческая ретроспектива становления понятия «культура интеллектуального труда» // Научно-практический журнал «Гуманизация образования». 2016. № 6. С. 68–73.

4. Ладенко И.С. Проблемы интеллектуального развития общества в условиях научно-технического прогресса: Концепция комплексной программы научных исследований. Новосибирск: Б.И., 1990. 50 с.

5. Юсупова А.Ж. Интеллектуальная компетентность личности: сущность и возможности ее становления в системе образования // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 1. С. 212–215.

6. Egorova G.I., Loseva N.I., Ivanova O.A., Chubarova B.M., Demidova O.M. Intellectics fundamentals in a professional activity of a future bachelor. Advances in intelligent systems and computing. 2019. vol. 907. P. 45–52. DOI: 10.1007/978-3-030-11473-2_5.

УДК 37.012

СУЩНОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Ильмушкин Г.М., Пискунов А.В.

Димитровградский инженерно-технологический институт НИЯУ МИФИ, Димитровград, e-mail: gera1946@yandex.ru

Данная работа посвящена выявлению воспитательных ресурсов профессиональной образовательной организации. Воспитание студентов в профессиональных образовательных учреждениях должно осуществляться в ходе эффективного использования возможностей дополнительного образования, так как в нем, прежде всего, заложен огромный потенциал для эффективного профессионального образования и духовно-нравственного воспитания личности студентов. Качественное дополнительное образование, опираясь на принципы развивающего и воспитывающего обучения, а также на принцип гуманистической направленности профессионального образования, имеет богатые возможности для успешной реализации личностного потенциала каждого студента во многих направлениях, прежде всего, в духовно-нравственных отношениях. Особо выделяется тот факт, что обучение и воспитание представляют единый процесс, их нельзя рассматривать в отрыве, как показывает практический опыт, такая попытка приводит только к негативным результатам в целом в процессе обучения в условиях профессиональной образовательной организации. При этом основополагающую роль призвано сыграть содержание обучения, то есть его содержание непременно должно включать воспитательные аспекты. Именно содержание образования позволяет наиболее широко и полноценно раскрыть его возможности в сфере духовно-нравственного воспитания молодежи. Каждый этап работы со студентами представляет собой целостную систему взаимосвязанных компонентов: цели, содержания, форм и методов, направленных на формирование личности, обладающей нравственно-духовным, патриотическим мировоззрением. Нет такой дисциплины, которая не имела бы воспитательных ресурсов, любая дисциплина имеет воспитательный потенциал, в частности это касается занятий физической культурой и спортом. Создание физкультурно-оздоровительной среды содержит благоприятные ресурсы, которые основаны на развитии личности, её физических и морально-волевых качеств. Безусловно, это оказывает позитивное влияние на гражданско-патриотическое воспитание студентов, укрепление физического состояния их здоровья и обеспечивает готовность молодых людей к службе в рядах Вооруженных сил. Итак, нам следует осознавать, что обучение в профессиональной образовательной организации является важнейшим средством патриотического и духовно-нравственного воспитания личности студента.

Ключевые слова: воспитательные ресурсы, обучение и воспитание, принципы, дополнительное образование, патриотическое воспитание

ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF EDUCATIONAL POTENTIAL PROFESSIONAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Ilmushkin G.M., Piskunov A.V.

Dimitrovgrad Engineering and Technological Institute of National Research Nuclear University MEPhI, Dimitrovgrad, e-mail: gera1946@yandex.ru

This work is devoted to the identification of educational resources of a professional educational organization. Education of students in professional educational institutions should be carried out in the course of effective use of additional education opportunities, since it, first of all, has a huge potential for effective professional education and spiritual and moral education of students ' personality. High-quality additional education, based on the principles of developing and educating education, as well as on the principle of humanistic orientation of professional education, has rich opportunities for the successful realization of the personal potential of each student in many areas, primarily in spiritual and moral relations. There is a special emphasis on the fact that education and training are a single process, they cannot be considered in isolation, as practical experience shows, such an attempt leads only to negative results in the whole learning process in a professional educational organization. In this case, the fundamental role should be played by the content of training, that is, its content must necessarily include educational aspects. It is the content of education that allows the most widely and fully reveal its possibilities in the sphere of spiritual and moral education of young people. Each stage of work with students is a complete system of interrelated components: goals, content, forms and methods aimed at the formation of a person with a moral and spiritual, Patriotic Outlook. There is no discipline that does not have educational resources, any discipline has educational potential, in particular, it concerns physical culture and sports. Creating a physical culture and Wellness environment contains favorable resources that are based on the development of the individual, its physical and moral-volitional qualities. Of course, this has a positive impact on the civil and Patriotic education of students, strengthening their physical health and ensuring the readiness of young people to serve in the armed forces. So, we should be aware that training in a professional educational organization is the most important means of Patriotic and spiritual and moral education of the student's personality.

Keywords: educational resources, training and education, principles, additional education, patriotic education

Изучение воспитательного потенциала профессиональной образовательной организации является необходимым условием эффективного образовательного процесса, а его реализация оказывает непосредственное влияние на формирование личности подростка. Как отмечается в Федеральном законе «Об образовании в Российской Фе-

дерации», воспитание есть деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающегося на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства [1]. Согласно указанному документу, содержание понятия воспитания позволяет определить две целевые установки осуществляемого образовательного процесса:

1) формирование системы ценностных ориентаций личности подростка;

2) обеспечение условий, необходимых для формирования системы ценностей, а именно реализация основных направлений образовательной деятельности.

Как отмечает И.В. Руденко, одним из направлений решения этих задач является теоретическое обоснование, проектирование и реализация системы формирования общепрофессиональных компетенций студентов в воспитательном процессе профессиональной образовательной организации. В определении теоретических основ к решению этой проблемы следует исходить из политеоретического подхода к исследованию актуальных проблем профессионального образования как комплексной модели сложной природы, фундаментом которой являются социально-экономические, психолого-педагогические, культурологические, научно-технические, производственные законы, закономерности, принципы, рассматриваемые разными науками; соединяющей в себе социально-экономические, психолого-педагогические и культурологические факторы [2].

Специалистам среднего звена в современном обществе предъявляются высокие требования не только к их профессиональной компетентности, но и к социальным умениям. Для того чтобы эффективно осуществлять свою профессиональную деятельность, специалисту необходимо наличие значимых социально-коммуникативных качеств, которые представляют собой единство ценностно-нравственных ориентаций и профессиональных знаний и умений.

Педагогический опыт свидетельствует, что высокие требования к профессиональной готовности студентов профессиональной образовательной организации не могут быть ограничены только профессиональными компетенциями, они, безусловно, должны опираться на воспитательный потенциал личности, в котором сочетаются гражданско-патриотические качества личности, её духовно-нравственные возможности и общечеловеческие ценности. Вне гуманистических ценностей и идеалов, приобретенных человечеством в течение социально-исторического развития, утрачивается ценность человеческого бытия.

В связи с вышеизложенным считаем, что проблема изучения воспитательного потенциала профессиональной образовательной организации является особенно актуальной.

Цель исследования состоит в определении воспитательного потенциала профессиональной образовательной организации и выявлении его роли в формировании личности студентов.

Основополагающие задачи в сфере воспитания составляют:

– развитие чувства гражданского самосознания и ответственности;

– формирование правового самосознания, самостоятельности и толерантности;

– ценностное отношение к культурным наследиям и духовным ценностям [3].

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическая база исследования основывается на системном, деятельностном, компетентностном и личностно ориентированном подходах, которые обеспечивают целостность и системность реализации духовно-нравственного и патриотического воспитания студентов техникума в условиях гуманизации образования. При этом системный подход, как инструментарий исследования, обеспечивает проектирование образовательных и воспитательных моделей патриотического воспитания студентов техникума в процессе занятий физической культурой и спортом. Создание модели способствует реализации воспитательного потенциала профессиональной образовательной организации и позволяет определить его роль в формировании личности студентов.

Методы исследования определялись его целью, решением теоретических и практических задач: методы аналитического исследования (теоретический анализ документов РФ в области образования, программно-методической документации и диссертационных исследований по изучаемой теме; анализ психолого-педагогической и методической литературы); теоретическое моделирование (включающее проектирование педагогических условий), раскрывающее суть и направленность системного подхода в аспектах педагогической коммуникации; наблюдение; педагогический эксперимент; комплексные опросники.

Научная новизна исследования связана с выявлением комплекса педагогических условий, являющихся сущностной характеристикой воспитательного потенциала профессиональной образовательной ор-

ганизации. Теоретико-методологическая база исследования основывается на компетентностном, деятельностном, аксиологическом, личностно ориентированном и системном подходах, которые обеспечивают целостность и системность духовно-нравственного и патриотического воспитания студентов в условиях гуманизации образования. Реализация воспитательного потенциала профессиональной образовательной организации, безусловно, основывается на всех этих подходах.

Компетентностный подход (Н. Хомский, Р. Уайта, Дж. Равен, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, Г.Э. Белицкая, В.И. Байденко, А.В. Хуторской, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, И.В. Руденко, Ю.А. Кустов и др.) проявляется в инновационном управлении процессом воспитания в образовательной организации, в основе которого формирование компетенций – свойств и качеств личности-профессионала [4].

В основе деятельностного подхода (Л.С. Выготский, С.Л. Рубинштейн, А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, А.К. Маркова, А.В. Брушлинский, А.В. Петровский и др.), согласно взглядам Н.Ф. Талызиной, лежат представления о деятельности как об основном средстве и главном условии развития личности. В связи с этим педагогические процессы должны быть ориентированы на переориентацию процесса обучения на постановку и решение обучающимися конкретных задач. В соответствии с деятельностным подходом процесс обучения есть всегда обучение деятельности (предметно-практическим и умственным действиям) [5].

Аксиологический подход (Б.М. Бим-Бад, Б.С. Брушлинский, В.А. Сластенин, В.М. Розин, М.Н. Фишер, П.Г. Щедровицкий, Н.Н. Никитина, Л.В. Байбородова, Н.Е. Щуркова, А.М. Булынин) в нашем исследовании выражается в том, что воспитательный потенциал профессиональной организации заключен в формировании системы общечеловеческих и профессиональных ценностей. Будущая профессиональная позиция студента как система ценностно-смысловых ориентаций становится концептуальным основанием гуманитаризации его профессиональной деятельности и поведения, то есть обращенности ее к потребностям человека [6].

В рамках *личностно ориентированного подхода* к образованию, представленного работами В.П. Бездухова, Е.В. Бондаревской, И.С. Якиманской и др., основной ценностью образования объявляется личность с ее уникальным внутренним миром, а важнейшим аспектом педагогического процесса является создание условий, способствующих самореализации и саморазвитию обучающегося. В личностно развивающем образовании, указывает В.В. Сериков, проектируется не только учебный материал и способ его подачи, а целостная ситуация, в которой изучаемый материал выступает и как своеобразный повод для ценностно-смысловых исканий личности. Личностный подход является фактором повышения качества образования [7].

Системный подход (В.П. Беспалько, Ф.Ф. Королев, Г.М. Ильмушкин, Н.В. Кузьмина, Э.Г. Юдин и др.): приоритетными структурными компонентами любой педагогической системы являются: цель, учебная информация (содержание), средства педагогической коммуникации (методы, формы), педагоги, обучающиеся [8]. В зависимости от того, на какой элемент педагогической системы направлены требования общества, должна происходить соответствующая перестройка и адаптация остальных элементов системы [9]. При этом системный подход как инструментарий исследования обеспечивает проектирование образовательных и воспитательных моделей, направленных на повышение эффективности профессиональной подготовки и воспитания студентов профессиональной организации. В современных педагогических исследованиях данный подход широко используется, посредством него выявляются структурные компоненты объекта исследования, их свойства, особенности функционирования. Системный подход в определении воспитательного потенциала профессиональной организации позволяет установить степень влияния рассматриваемых условий на функционирование исследуемой системы, а также исследовать с использованием многофакторного статистического анализа то, как взаимодействуют структурные элементы изучаемой системы с учетом взаимодействий выявленных педагогических факторов.

Исследование проводилось в течение 2018–2020 гг. на базе Димитровградского механико-технологического техникума молочной промышленности (Ульяновская обл., г. Димитровград) в рамках реализации программы патриотического воспитания студентов техникума в процессе занятий физической культурой и спортом. В исследовании приняли участие студенты 1–3 курсов.

Результаты исследования и их обсуждение

Понимание специфики воспитательного потенциала профессиональной образо-

вательной организации позволит уточнить наиболее эффективные методы и формы обучения и воспитания, необходимые для формирования личностных качеств студентов, а также будет способствовать созданию эффективной модели духовно-нравственного и патриотического воспитания личности.

В ходе исследования, проведенного на базе Димитровградского механико-технологического техникума молочной промышленности, мы можем отметить, что воспитательный потенциал профессиональной образовательной организации определяется психолого-педагогическими условиями, в которых протекает образовательный процесс, включающими объективные закономерности этого процесса и субъективные характеристики студентов. В образовательной системе говорят о психолого-педагогических условиях, под которыми понимают конкретные способы взаимосвязанных мер в учебно-воспитательном процессе, направленных на формирования субъектных свойств личности (инициативности, самостоятельности, ответственности), учитывая психологические особенности, продуктивные и эффективные способы и приемы деятельности в заданных условиях [10].

Мы выделили следующие педагогические условия, которыми определяется воспитательный потенциал профессиональной организации:

1. Организация комфортной социально-коммуникативной ситуации для развития личности (учебная и внеучебная совместная деятельность («студент-студент», «педагог-студент»); межличностное общение; взаимодействие с различными социальными институтами города и региона в ходе организации общественно значимых мероприятий: научных, спортивно-оздоровительных, культурно-досуговых, профориентационных, волонтерских).

2. Ориентация в образовательном процессе на индивидуальные особенности студента (психологические и возрастные), учёт специфики личностного развития студентов.

3. Участие студентов в патриотических военно-спортивных мероприятиях (в военно-спортивной игре «Орлёнок», конкурсах «Статен в строю, силен в бою», «Юнармейское многоборье»), что способствует развитию физических и эмоционально-волевых качеств личности, а также формирует личность подростка как человека эмоционально устойчивого, обладающего активной гражданской позицией.

Одним из важнейших мероприятий программы «Патриотическое воспитание граждан Ульяновской области» является военно-спортивная игра «Орлёнок», в которой студенты нашего техникума на протяжении уже нескольких лет принимают активное участие и занимают призовые места. Данная игра включает конкурсные испытания в рамках Областного слёта военно-патриотических клубов студентов профессиональных образовательных организаций. Студенты на протяжении учебного года на занятиях физической культурой, а также во внеучебное время под руководством преподавателя активно готовятся к участию в этой игре. Целями проведения игры являются: улучшение работы по военно-патриотическому воспитанию молодежи; формирование качеств, необходимых при действиях в чрезвычайных ситуациях и в экстремальных условиях; развитие инициативы и самостоятельности на основе игровой деятельности; проверка уровня знаний, умений и навыков по ОБЖ, основам военной службы, прикладной физической подготовке; поднятие престижа службы в Вооруженных силах Российской Федерации; ориентация на выбор воинской специальности, рода войск.

На примере экспериментальной группы (в которую вошли студенты, являвшиеся непосредственными участниками «Орленка») можем отметить, что военно-спортивная игра «Орлёнок» несёт в себе огромный воспитательный потенциал: развивает патриотические, личностные и физические качества.

Не менее важными и интересными являются конкурсы «Статен в строю, силен в бою» и «Юнармейское многоборье», в которых студенты с большим интересом и азартом принимают участие. В ходе исследования мы выявили, что при правильной организации указанных мероприятий соревновательный аспект, который они содержат, способствует проявлению положительных эмоций, дает возможность в полной мере реализовать двигательные потребности обучающихся, что в свою очередь определяет высокую степень мотивации и удовлетворенности от занятий физическими упражнениями.

4. Участие студентов в учебных сборах как один из ресурсов формирования патриотического мировоззрения и личностных качеств подростка. Команда студентов нашего техникума приняла участие в учебных сборах, организованных в ноябре 2019 г. учебно-методическим центром патриотического воспитания Приволжского федерального округа «Гвардеец». Главная цель учебного центра «Гвардеец» – патриотическое воспитание молодежи, подготовка учащихся к военной службе, укрепление здоровья подрас-

тающего поколения, развитие творческого потенциала личности [11].

Создание физкультурно-оздоровительной среды содержит благоприятные ресурсы, которые основаны на развитии физкультуры, спорта и военно-прикладных видов спорта. Безусловно, это оказывает позитивное влияние на гражданско-патриотическое воспитание студентов, укрепление физического состояния их здоровья и обеспечивает готовность молодых людей к службе в рядах Вооруженных сил [12].

В содержание пятидневных учебных сборов входили такие виды деятельности, как тактическая подготовка; огневая подготовка; радиационная, химическая и биологическая защита; общевоинские уставы; строевая подготовка; физическая подготовка; военно-медицинская подготовка; основы безопасности военной службы.

Специфика проведения учебных сборов (особый уклад жизни с регламентированной системой жизнедеятельности, строгое соблюдение воинских ритуалов и выполнение основных требований организации внутренней службы и внутреннего порядка, определяемых воинскими уставами с учетом возрастных особенностей и возрастной психологии детей; сочетание элементов воинской дисциплины и института самоуправления, постоянное педагогическое сопровождение воспитанников, оказание профессиональной поддержки и помощи психологического, социального и медицинского характера) создает условия для раскрытия личности молодого человека, его адаптации к жизни в обществе, формирует мироощущение и миропонимание, закладывает основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на гражданском и военном поприще [12].

Таким образом, мы можем отметить, что воспитательный потенциал профессиональной образовательной организации заключается в организации образовательного процесса, содержащего различные внеурочные мероприятия, прежде всего патриотические военно-спортивные игры. Внеурочные мероприятия, нацеленные на процесс патриотического воспитания подростка, полностью строятся на личностно значимых интересах самого обучаемого с максимальным учетом его индивидуальности. Именно здесь подросток учится делать личностный выбор, познает себя, приобретает опыт духовной, нравственной, социальной деятельности, осознает цели жизненной перспективы [13].

Выводы

В ходе проведенного педагогического исследования мы выявили, что воспитательный потенциал профессиональной образовательной организации определяется педагогическими условиями, обеспечение которых направлено на формирование личностных качеств студента (патриотизма, инициативности, самостоятельности, ответственности), при этом обязательно учитываются психологические особенности личности. Каждый этап работы со студентами представляет собой целостную систему взаимосвязанных компонентов: цели, содержания, форм и методов, направленных на формирование личности, обладающей нравственно-духовным, патриотическим мировоззрением.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-29.12.2012-N-273-FZ/ yclid = 2459872555654 480840 (дата обращения: 29.04.2020).

2. Руденко И.В., Алиева Л.В., Кустов Ю.А., Лившиц Ю.А., Бейлина Н.С., Нефёдова Н.А., Афанасьева Е.Г., Писаренко Д.А. Теоретические основы формирования общепрофессиональных компетенций студентов в воспитательном процессе образовательных организаций: монография / Под ред. И.В. Руденко, Л.В. Алиевой. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. 172 с.

3. Концепции модернизации Российского образования на период до 2010 года / Модернизация российского образования: Документы и материалы / Ред.-сост. Э.Д. Днепров, 2002. 332 с.

4. Ташкинов А., Лалетин В., Столбова И. Формирование общих и профессиональных компетенций при инновационных технологиях обучения // Высшее образование в России. 2007. № 1. С. 128–133.

5. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. Практикум: учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2019. 190 с.

6. Борытко Н.М. Технологические основания профессионального воспитания студента вуза // Ярославский педагогический вестник. 2015. Т. II. № 2. С. 103–107.

7. Сериков В.В. Развитие личности в образовательном процессе. М.: Логос, 2012. 447 с.

8. Ильмушкин Г.М. Моделирование системы воспитания патриотизма у студентов в образовательном пространстве вуза с казачьим компонентом // Самарский научный вестник. 2016. № 4 (17). С. 184–191.

9. Кузьмина Н.В., Григорьева Е.А., Якунин В.А. Методы системного педагогического исследования: учебное пособие / Под ред. Н. В. Кузьминой. Л.: Изд-во Ленинград ун-та,1980. 172 с.

10. Андреев А.А. Педагогика высшей школы. М.: Новый курс, 2002. 212 с.

11. Учебно-методический центр патриотического воспитания Приволжского федерального округа «Гвардеец». [Электронный ресурс]. URL: https://kadet-mvf-nn.ru/index.php/gvardeets. (дата обращения: 10.03.2020).

12. Ильмушкин Г.М. Воспитание патриотизма у студентов вуза с казачьим компонентом // Вестник мировой науки. Серия: Психология. № 1. Самара: Изд-во НИЦ «Л-Журнал», 2016. С. 4–12.

13. Черкасова Е.В. Патриотизм и гражданственность в понимании современных подростков // Педагогическое образование в России. 2012. № 5. С. 227–230.

УДК 377.1

ОРГАНИЗАЦИЯ ЕДИНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЗАНСКОГО КОЛЛЕДЖА ТЕХНОЛОГИИ И ДИЗАЙНА СРЕДСТВАМИ СЕРВИСА GOOGLE

Исхакова И.И.

ФГБНУ «Институт педагогики, психологии и социальных проблем», Казань, e-mail: ilse78@mail.ru

В статье анализируется возможность применения программных приложений, предлагаемых сервисом Google в образовательной деятельности учебного заведения на примере уже внедренных в педагогический процесс Казанского колледжа технологии и дизайна информационно-коммуникационных технологий, позволяющих создать единую электронно-образовательную среду учебного заведения, как координационного Центра, способного регулировать деятельность включенных в неё субъектов. Представленная возможность организации единой электронно-образовательной среды, позволяющая интегрировать множество программ, предоставленных сервисом Google на базе образовательного учреждения вне зависимости от его имеющихся финансовых и технических возможностей, способна не только обеспечить функциональную продуктивность действий, осуществляемых всеми субъектами образовательного процесса, но и существенно повлиять на качество педагогической деятельности за счёт вышеназванных возможностей сервиса (продуктивная, коммуникативная, организационная, цифровая). В совокупности программных приложений, предоставляемых сервисом Google, под непосредственным руководством координационного методического Центра, возможно создание единой электронно-образовательной среды в любом учебном заведении, благодаря которой реализуемый в рамках образовательного учреждения педагогический процесс приобретает свойства адаптивности, доступности, индивидуализации и интенсификации. Перечисленные свойства позволяют значимо повысить как количественные, так и качественные значения показателей качества образования в целом.

Ключевые слова: программное обеспечение, сервис Google, координационный Центр, единая электронно-образовательная среда

THE UNIFIED ELECTRONIC LEARNING ENVIRONMENT IN EDUCATIONAL ACTIVITY OF KAZAN COLLEGE OF TECHNOLOGY AND DESIGN MEANS OF GOOGLE

Iskhakova I.I.

Institute of Pedagogy, Psychology and Social Problems, Kazan, e-mail: ilse78@mail.ru

The article examines the possibility of using software applications offered by Google in the educational activity of educational institution on the example already introduced in the pedagogical process at Kazan College of technology and design information and communication technologies to create a single electronic educational environment of the institution, as a focal point, capable of handling activities included in it subjects. The presented possibility of organizing a unified electronic educational environment, which allows integrating a variety of programs provided by Google on the basis of an educational institution, regardless of its existing financial and technical capabilities, can not only ensure the functional productivity of actions carried out by all subjects of the educational process, but also significantly affect the quality of teaching activities due to the above-mentioned features of the service (productive, communicative, organizational, digital). In the aggregate of software applications provided by the Google service, under the direct supervision of the coordinating methodological Center, it is possible to create a unified electronic educational environment in any educational institution, thanks to which the pedagogical process implemented within the educational institution acquires the properties of adaptability, accessibility, individualization and intensification. These properties make it possible to significantly increase both the quantitative and qualitative values of indicators of the quality of education in General.

Keywords: software, Google service, coordination Center, unified electronic educational environment

Настоящее время, характеризуемое существенными трансформациями взаимоотношений в системе «человек – социум – техника» во всех сферах деятельности, обусловленными социально-экономическими, экологическими и политическими изменениями, находит своё отражение и в сфере образования, адаптация которой к специфике происходящего осуществляется в ходе её реформирования. В условиях всеобщей информатизации общества, в котором основным объектом управления становятся не материальные объекты, а символы, идеи, образы, интеллект, знания, в качестве движущей силы выступает производство информационного продукта. Вполне очевидно, что перспективы развития информатизации промышленности и народного хозяйства будут обеспечиваться уровнем общей информатизации высшего образования, что обуславливает необходимость его реформирования с целью создания условий для формирования специалистов, в которых студент выступает не в качестве потребителя готовых знаний, а как один из многих активных субъектов образовательной деятельности.

С целью эффективного управления *методической деятельностью* в услови-

ях образовательного процесса Казанского колледжа технологии и дизайна, степень продуктивности которой отражается на качестве подготовки студентов к успешному выполнению в будущем своей профессиональной деятельности в сфере легкой промышленности, создан координационный Центр, имеющий в своём распоряжении научную, учебную и учебно-методическую информацию (далее – НУМИ), разработанную педагогическим коллективом колледжа на основе инновационных образовательных технологий, способную в полной мере обеспечить требуемую современными реалиями информативность, гибкость, вариативность, доступность, мобильность, технологичность и социальное равноправие педагогического процесса.

Однако применение отдельными субъектами педагогического процесса колледжа инновационных технологий в своей образовательной практике не позволяет решить вопрос повышения качества подготовки конкурентоспособных специалистов ввиду отсутствия системности в организации их взаимодействий [1]. В ходе изучения вопроса координации действий, осуществляемых субъектами образовательного процесса при трансляции, получении, анализе, обобщении, сохранении и использовании всего потенциала НУМИ, был выявлен комплекс проблем, игнорирование которых в совокупности не позволяет увеличить значения показателей продуктивности педагогического процесса, негативно отражаясь на качестве образования в целом. В частности:

1) недостаточный уровень *информационной культуры* субъектов образовательного процесса (студентов и профессорско-преподавательского состава) образовательного учреждения;

2) отсутствие *методических рекомендаций по реализации информационно-электронного взаимодействия* субъектов образовательного процесса;

3) ряд проблем *технического характера*, обусловленных низкой эффективностью используемых электронных программных разработок ввиду разрозненности их функциональных платформ.

Одним из решений вышеназванных проблем, не претендующим на полное разрешение всего комплекса имеющихся, является организация деятельности НУМИ на базе информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ), а именно *сервисов Google*, доступ к которым на сегодняшний день имеет каждое образовательное учреждение, позволяющих создать единую электронно-образовательную среду (далее – ЕЭОС) учебного заведения, как координационного Центра, способного регулировать деятельность включенных в неё субъектов.

Цель исследования заключается в обосновании возможности и значимости организации единой электронно-образовательной среды в педагогической деятельности учебного заведения для повышения качества обучения студентов средствами сервиса Google.

Материалы и методы исследования

Выявленное противоречие между необходимостью создания ЕЭОС и многоаспектностью проблемы её организации не позволяет образовательному учреждению повлиять на динамику качества обучения, при котором следует учитывать информационные потребности всех субъектов педагогического процесса, уровень их готовности к деятельности, осуществляемой в рамках потенциальных возможностей ЕЭОС, и уровень технической поддержки для её реализации.

Исходя из имеющихся информационных, кадровых и программно-технических ресурсов Казанского колледжа технологии и дизайна, были выделены две задачи, решение которых способно положительно отразиться на качестве подготовки будущих специалистов, обучающихся в стенах образовательного учреждения:

во-первых, повышение уровня информационной культуры субъектов образовательного процесса образовательного учреждения посредством системы курсов, реализуемых средствами Google;

во-вторых, разработка методических рекомендаций по реализации информационно-электронного взаимодействия субъектов образовательного процесса на базе средств, предоставляемых сервисами Google.

Решение вышеназванных задач позволит в совокупности произвести необходимую модернизацию электронно-коммуникационных взаимодействий посредством предоставляемого сервисом Google электронного инструментария, общее управление которым будет осуществляться координационным Центром, обладающим информационным материалом, разработанным с учетом современных достижений науки и техники, уже имеющимся на базе Казанского колледжа технологии и дизайна.

Выбор сервиса Google обусловлен его простотой в использовании и возможностями, применимыми в рамках образовательного процесса без дополнительной финансовой нагрузки. Среди образовательных возможностей сервиса Google нами были выделены следующие:

– *цифровая*, реализуемая посредством инструментов сервиса, позволяющих осуществлять поиск, анализ, фильтрацию, сравнение и систематизацию актуальной информации, что существенно снижает нагрузку на все субъекты образовательного процесса;

– *организационная*, достигаемая путем повышения эффективности реализуемых между субъектами образовательного процесса взаимодействий посредством снижения временных затрат на обработку информационно-образовательного материала и дистанционной взаимосвязи;

– *коммуникативная*, достигается путем преобразований информационных взаимодействий субъектов образовательного процесса из традиционно применяемых в большинстве образовательных учреждений в дистанционные, что позволяет увеличить объем и степень освоения учебной информации;

– *продуктивная*, обусловленная организацией системы мониторинговых измерений, позволяющих получать и анализировать не только количественную, но и качественную составляющую оценки образовательного процесса на всех этапах его реализации.

Благодаря возможностям, предоставляемым сервисом Google, возрастает скорость и точность оценки педагогической деятельности за счет увеличения объема «считываемых» программами параметров. Высокий уровень синхронизации расчётных операций по обработке информации, поступаемой в систему, позволяет в режиме реального времени отслеживать любые информационные изменения, внесённые в перечень используемых в педагогическом процессе документов.

Кроме названного, электронные инструменты сервиса Google позволяют систематически обновлять и пополнять информацию, представленную на информационно-электронных платформах в виде индивидуальных и коллективных блогов, с включением в них различных материалов (программные документы, календари мероприятий, учебные новости, расписание и т.д.), систем персонального поиска Google со списками учебных сайтов, платформ для реализации возможности дистанционного обучения в колледже [2; 3].

В настоящее время в Казанском колледже технологии и дизайна создана ЕЭОС, в основу которой положены около 75 программных приложений, полученных на бесплатной основе, способных функционировать как с использованием компьютера, так и с мобильного устройства, что существенно облегчает экономическую нагрузку для учебного заведения и содействует широкому распространению.

Создание подобной ЕЭОС оправдывается её многофункциональностью и самостоятельностью, которая не только никаким образом не способна нарушить традиционно используемую организацию образовательного процесса, но и может взаимовыгодно сосуществовать с ней, что проявляется в её возможности систематически осуществлять выбор наиболее информативного учебного материала из имеющегося на базе учебного заведения с последующим его предоставлением в так называемый открытый доступ для всех субъектов системы взаимодействий в ходе обучения.

Среди основных программных приложений, функционирующих в ЕЭОС Казанского колледжа технологии и дизайна, представлены следующие:

– Google hangouts, позволяющее осуществлять онлайн-видеоконференции между всеми субъектами образовательного процесса;

– Gmail – удобный для коммуникаций, реализуемых в ходе трансляции информации средствами, предоставляемыми почтовым сервисом;

– Google Calendar, используемое в процессе составления как общего расписания учебных занятий и вебинаров, так и для разработки индивидуальной образовательной траектории каждого учащегося посредством планирования прохождения этапов освоения образовательной программы;

– Google drive, позволяющее сохранять, редактировать и синхронизировать используемые в процессе образовательной деятельности его субъектами файлы, обеспечивая к ним общий доступ;

– Google Classroom – веб-сервис для работы с группами студентов (онлайн-обучение, работа кураторов, портфолио студентов и т.д.), существенно упрощающий создание, распространение (обмен файлами) и оценку выполненных студентами заданий безбумажным способом;

– Google sites, позволяющее создавать и совместно редактировать веб-страницы субъектов образовательного процесса, объединяя их в единую электронную систему, образующую виртуальное пространство. Именно в нём размещается вся имеющаяся на базе Казанского колледжа технологии и дизайна НУМИ, предоставляемая по требованию пользователей в любой момент;

– Google slides – программное обеспечение, посредством инструментов которого каждый субъект образовательного процесса может осуществлять, создавать функциональные анимации в онлайн-режиме;

– Google docs – программное обеспечение, позволяющее осуществлять любые необходимые манипуляции с Word-документами в онлайн-режиме;

– Google sheets – программное обеспечение, обеспечивающее пользователя необходимыми инструментами для работы с Excel-документами в онлайн-режиме.

Вышеназванные сервисы, предоставляемые на бесплатной основе, достаточно просты в использовании, а их интеграционные возможности, обеспечиваемые программным совмещением, позволяют создать информационную систему, вбирающую в себя огромный объём научной, учебной и методической информации с постоянным доступом к ним и универсальные электронные инструменты, способные заменить все традиционно применяемые действия субъектов образовательного процесса в ходе реализуемых ими педагогических взаимодействий.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленная возможность организации ЕЭОС, позволяющая интегрировать множество программ, предоставленных сервисом Google на базе образовательного учреждения вне зависимости от его имеющихся финансовых и технических возможностей, позволяет не только обеспечить функциональную продуктивность действий, осуществляемых всеми субъектами образовательного процесса, но и существенно повлиять на качество педагогической деятельности за счёт вышеназванных возможностей сервиса (продуктивная, коммуникативная, организационная, цифровая).

В совокупности программных приложений, предоставляемых сервисом Google, с НУМИ, которыми обладает цифровая методическая служба колледжа, под непосредственным руководством координационного методического Центра, возможно создание ЕЭОС в любом образовательном учреждении. Благодаря ЕЭОС при программной поддержке сервиса Google apps реализуемый в рамках образовательного учреждения педагогический процесс приобретает свойства адаптивности (вариативности), доступности, индивидуализации и интенсификации (за счёт увеличения объема транслируемой с высокой скоростью НУМИ). Перечисленные свойства позволяют значимо повысить как количественные, так и качественные значения показателей качества образования в целом.

Кроме отмеченного, снижение временных затрат на осуществление зачастую рутинной методической работы за счет её автоматизации с помощью программного обеспечения сервиса Google позволяет перераспределить высвобожденное время на осуществление непосредственной педагогической деятельности и реализацию мероприятий, направленных на развитие личности студентов.

Также предоставляемая сервисом Google технология управления процессом обучения студентов позволяет осуществлять максимально информативный сбор статистических данных, свидетельствующих об образовательных достижениях студентов в ходе педагогического процесса, контролировать и своевременно вносить необходимые коррективы в их индивидуальные образовательные траектории, тем самым достигая высокого уровня индивидуализации процесса обучения.

Широкий спектр приложений, предоставляемых сервисом Google apps, предоставляют возможность осуществления педагогической деятельности в режиме реального времени, что позволяет применять принцип избирательного обучения, при котором студенту предоставляется персонализированный учебный материал согласно уровню его знаний и целям обучения [4; 5].

Созданная, таким образом, ЕЭОС выступает в качестве базиса универсальных средств, позволяющих осуществлять коллективную деятельность в рамках образовательного процесса учебного заведения, создавая и видоизменяя учебные документы, формируя полнотекстовые библиотечные ресурсы, отбирать и регулировать применение наиболее адекватных учебным задачам педагогические методы, структурировать управленческие действия, систематически пополнять образовательные ресурсы, представленные в виде НУМИ, с максимальной достоверностью проводить мониторинг учебных достижений студентов, корректируя образовательные траектории студентов и педагогические воздействия со стороны преподавателей, объективизировать обратную связь с учащимися в ходе проведения видеоконференций и онлайн-занятий.

Таким образом, благодаря представленной в настоящем исследовании организации образовательного процесса возможно достижение высокого уровня качества образования даже при отсутствии дорогостоящего программного обеспечения, исходя из уже имеющегося в учебном заведении ресурсного потенциала, за счёт повышения эффективности управленческой, технологической и педагогической деятельности, единая стратегия которых позволяет выпускнику полностью соответствовать профессиональным требованиям, предъявляемым к современным специалистам [6].

Выводы

На сегодняшний день, пожалуй, ни одна организация, независимо от сферы деятельности, не может обойтись без использования в своей работе информационных и цифровых технологий. Образование, как никакая другая сфера деятельности, должна «идти в ногу со временем». Ведь морально устаревшие технологии, применяемые в учебном процессе при подготовке специалистов, приводят к несоответствию выпускника к требованиям современного рынка труда, а значит к неспособности выполнения им своих профессиональных обязанностей.

Однако в XXI веке не только непосредственная работа со студентами должна иметь современный – цифровой характер, но и работа структурных подразделений тоже должна быть модернизирована посредством возможностей, предоставляемых цифровыми технологиями. Интернет, электронная почта и даже простые мессенджеры настолько плотно вошли в нашу повседневную жизнь, что, кажется, всегда были ее составной частью. Внедрение данной системы программного обеспечения, предоставляемой сервисом Google, позволяет не просто уменьшить бумажный документооборот в колледже, но и обеспечит возможностью удаленной работы преподавателей (формирование отчетов, совместная корректировка методических работ, проверка практических заданий студентов).

Список литературы

1. Батоврина Е.В. Информационные технологии в управлении предприятием. Теория и практика управления: новые подходы. М.: Университетский гуманитарный лицей, 2016. 217 с.

2. Федосеева Н.Н. Сущность и проблемы электронного документооборота в информационных технологиях // Юрист. 2017. № 6. С. 61.

3. Информационные технологии и вычислительные системы. Вычислительные системы. Компьютерная графика. Распознавание образов. Математическое моделирование / Под ред. С.В. Емельянова. М.: Ленанд, 2015. 100 с.

4. Коджаспирова Г.М. Педагогика в схемах и таблицах: учебное пособие. М.: Проспект, 2016. 248 с.

5. Старикова Л.Д. Стандартизация профессионального образования // Подготовка инновационных кадров для рынка труда в условиях непрерывного образования: материалы Международной научно-практической конференции. Нижний Тагил, 2012. С. 154–189.

6. Штрухецкий С. Медиаграмотность. Практическое учебное пособие для высших учебных заведений по медийной и информационной грамотности. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mediagram.ru/netcat_files/99/123/h_f675376590f9eb406dc9e32f0ff7c7ae (дата обращения: 12.03.2020).

УДК 377.1

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЕ ОСНОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Ковчина Н.В., Игнатова В.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва», Красноярск, e-mail: info@sibsau.ru

В данной статье авторы представляют результаты научного исследования психолого-педагогического понятия «компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере». Данная компетентность, согласно образовательным программам высшего образования, формируется при освоении ряда компетенций социально-развивающего характера (разработка и реализация проектов (УК-1), командная работа и лидерство (УК-3), коммуникация (УК-4), межкультурное взаимодействие (УК-5), самоорганизация (УК-6)) и общепрофессиональных компетенций согласно уровню и направлению подготовки, а также в зависимости от типа профессиональной деятельности, в которую вовлечены обучающиеся. На основе работ ряда ученых, занимающихся изучением компетентности социального взаимодействия, авторы эксплицируют и дополняют понятие «компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере»: это системная характеристика личности будущего специалиста, включающая знания и умения проектировать и реализовать социальные контакты в профессиональной сфере, характеризующиеся деловым партнерством (согласованностью, готовностью к командной деятельности, сотрудничеством) и позитивным отношением к участникам профессионального сообщества (взаимоуважением и взаимоподдержкой). Также авторы выделяют и конкретизируют в структуре данной компетентности основные компоненты: социально-личностный, интегративно-когнитивный, аксиологический и предметно-деятельностный; перечисляют факторы успешного формирования компетентности социального взаимодействия в профессиональной сфере.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, компетентность социального взаимодействия, обучающийся вуза, социальное взаимодействие в профессиональной сфере, совместная деятельность, взаимодействие

COMPETENCE BASES OF SOCIAL INTERACTION IN THE PROFESSIONAL SPHERE

Kovchina N.V., Ignatova V.V.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, e-mail: info@sibsau.ru

In this article, the authors present the results concerning the scientific study of the psychological and pedagogical concept ‘the competence of social interaction in the professional sphere’. According to the higher educational programs, this competence is formed throughout the development of a number of social competencies (project design and implementation, teamwork and leadership, communication, intercultural interaction and self-organization) and general professional competencies according to the students’ level of education and program, as well as depending on the type of professional activity which students are involved in. Based on the work of scientists who study the competence of social interaction, the authors explicate and supplement the concept ‘the competence of social interaction in the professional sphere’: it is a systematic personality characteristic of a future specialist, including knowledge and skills to design and implement social contacts in the professional sphere, which are characterized by business partnership (consistency, readiness for teamwork, cooperation) and a positive attitude towards the participants of the professional community (mutual respect and mutual support). The authors also identify and specify the main components in the structure of this competence: social and personal, integrative and cognitive, axiological, subject and activity. They also enumerate the factors which contribute to the successful formation of the competence of social interaction in the professional sphere.

Keywords: vocational training, competence of social interaction, university student, social interaction in the professional sphere, co-activity, interaction

В настоящее время все большее внимание ученых и практиков из различных областей науки, а также экономической, политической, социальной, культурной, духовной сфер жизнедеятельности уделяется изучению содержания современных социальных явлений, различных аспектов межкультурного и группового взаимодействия, его продуктивного и компетентного исполнения. Результаты такого изучения отражаются в научно-теоретическом анализе, практических исследовательских психолого-педагогических и социологических разработках и инновациях. Социальное взаимодействие как междисциплинарное понятие имеет свою историю развития и использования в различных сферах жизни общества и характеризуется многозначностью теоретической и практической интерпретации: претерпевая изменения в содержательном контексте, расширяется его смысловое поле в результате экспликации.

В процессе профессиональной деятельности, которая предполагает деловое и неформальное общение, социальное взаимодействие выступает основополагающим фактором формирования личности профессионала. В более ранних наших

работах, при рассмотрении понятия *социальное взаимодействие в профессиональной сфере*, касались в большей степени вопросов, связанных с непосредственными или опосредованными взаимосвязанными и взаимообусловленными действиями субъектов – педагогических работников и обучающихся вуза. Данные действия, детерминированные их потребностями в обогащении знаний и опыта, обмене информацией и ценностями, осуществлении совместной деятельности и рефлексии по ее преобразованию, направлены на совместное решение его участниками профессионально-ориентированных задач, достижение результатов совместной деятельности. При этом в процессе осуществления данных действий реализуются межличностные и групповые коммуникации как культурные процессы [1].

В современных ФГОС ВО акцент на контактную работу усиливает не только значимость формирования компетентности в сфере социального взаимодействия, но также определяет общую стратегию организации данного процесса в вузе [2]. Кроме того, компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере, согласно образовательным программам высшего образования, формируется при освоении ряда компетенций социально-развивающего характера, таких как разработка и реализация проектов (УК-1), командная работа и лидерство (УК-3), коммуникация (УК-4), межкультурное взаимодействие (УК-5), самоорганизация (УК-6), и общепрофессиональных компетенций согласно уровню и направлению подготовки, а также в зависимости от типа профессиональной деятельности, в которую вовлечены обучающиеся [3].

Данная работа представляет результаты изучения психолого-педагогического понятия «компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере», основанного на анализе научных источников, экспликации изучаемого нами понятия и конкретизации его структуры и содержания в рамках компетентностного подхода.

Вышесказанное определило актуальность дальнейшего исследования данной проблемы в контексте изучения компетентностных оснований. Многие исследователи данного феномена и процессов, обусловленных социальным взаимодействием, утверждают, что компетентностные основания социального взаимодействия определяют его качество. Основываясь на взглядах А.Г. Асмолова, В.А. Болотова, Е.О. Ивановой, Т. Хоффмана, А.В. Хуторского, П.Г. Щедровицкого, Б.Д. Эльконина и других ученых, авторы понимают компетентность как социально-профессиональную, интеллектуально и личностно обусловленную сложившуюся характеристику человека, интегративную и формируемую, соответствующую определенным деятельностным критериям, включающую узкоспециальные знания, предметные навыки, способы мышления, отношение личности к заданному требованию и к предмету выполняемой деятельности, личностные характеристики, понимание ответственности за свои действия, и проявляющуюся в адекватности решения ею задач в разнообразных социальных и профессиональных ситуациях. Компетентность по своей сути предполагает наличие у субъекта не только определенного уровня знаний, умений и навыков, но и его способности применить их практически. Данное понятие по своему смысловому формату отражает степень присвоения личностью содержания компетенции (компетенций), указывает на освоение реальной и необходимой для будущего специалиста деятельности. В процессе профессиональной подготовки компетентность формируется путем включения обучающегося в освоение знаний и необходимых видов деятельности (индивидуальной и совместной), создания ситуаций общения и взаимодействия с другими участниками образовательного процесса, организации командной работы, проектирования и построения перспектив и планов профессионального самоопределения, разрешения проблем и разрешения конфликтных ситуаций и другого.

Анализ зарубежной и отечественной литературы в области психолого-педагогических исследований показал, что имеется достаточное количество накопленного материала о формировании у обучающихся компетентности социального взаимодействия на различных уровнях образования (K.A. Dodge, J. Gottman, A. Lee, S.R. McConnell, H.T. Nguyen; Г.Ф. Арстангалеева, И.Р. Гайнутдинова, М.В. Гуковская, Е.А. Иванаевская, Е.А. Иванова, Н.М. Кодинцева, Н.А. Красноперова, В.В. Макарова, Л.Г. Осипова, О.Н. Родина, М.Г. Сергеева, Е.В. Харитонова, М.А. Холодная и другие). Компетентность социального взаимодействия рассматривалась в синонимичном контексте и интерпретировалась в связи с понятиями социально-психологической компетентности, социальной компетентности, коммуникативной компетентности, компетентности коммуникативно-партнерского взаимодействия и другими.

Результаты исследования и их обсуждение

Начиная с работ И.А. Зимней в России, понятие «компетентность социального взаимодействия» становится все более популярным, отражая актуальные и деятельностные проявления внутренних личностных новообразований психики, считающихся потенциальными и сокрытыми (знания, представления, алгоритмы действий, система ценностей и отношений), которые становятся качествами и свойствами человека. При этом социальное взаимодействие рассматривается через различные параметры: участники взаимодействия (семья, друзья, коллектив, партнеры, общность, общество); сотрудничество, совместная деятельность; социальные умения и качества; навыки общения, повседневного и делового (владение навыками диалогической и монологической устной и письменной речи, знание этикета); опыт взаимодействия с другими людьми; ценностное отношение к социальному взаимодействию [4].

Исследование процесса формирования у обучающегося вуза компетентности социального взаимодействия позволило Н.М. Кодинцевой представить данную компетентность как интегральное интеллектуальное новообразование психики, которое обеспечивает использование имеющихся у нее совокупности социальных знаний, умений и личностных ресурсов, связанных с поведенческими навыками, усвоенными моделями и способами социального поведения в официальной и неофициальной сферах человеческих взаимоотношений. Такое психическое образование активизирует личность в социальном плане и способствует решению проблемных ситуаций социального взаимодействия. Структуру компетентности социального взаимодействия автор представляет в единстве трех составляющих:

– интеллектуальной (система социальных знаний и умений и способность использовать собственный ментальный опыт, накопленный в процессе познания окружающей действительности),

– мотивационно-личностной (совокупность мотивов, ценностных установок, эмоциональных переживаний и чувств личности),

– поведенческой (совокупность навыков, способов и моделей социального поведения) [5; с. 10–11].

Изучая процесс формирования компетентности социального взаимодействия как социально-педагогическую проблему, Е.А. Иванаевская определяет данную компетентность как способность личности решать социальные задачи эффективно, а именно находя взаимопонимание с другими людьми, организуя деятельность других и участвуя в совместной деятельности, избегая конфликтов, решая проблемы и проявляя толерантность. Автор выделяет мотивационный, когнитивный, деятельностный и аксиологический компоненты данной компетентности [6].

Также наше внимание привлекло исследование О.Н. Родиной и О.А. Селивановой, посвященное формированию компетентности социального взаимодействия студентов технического вуза. Авторы убеждены, что создание ситуаций социально-профессионального взаимодействия в учебной, внеучебной и профессиональной деятельности способствует проявлению данной компетентности как качества личности. Способность или готовность участника взаимодействия устанавливать взаимопонимание (принимать и разделять цели совместной деятельности, установки и мотивы других участников) и организовать взаимопомощь, регулировать межличностное взаимодействие, эффективно предупреждать и преодолевать возникающие трудности есть показатели проявления у обучающихся компетентности социального взаимодействия [7]. Когнитивная составляющая данной компетентности характеризуется системой знаний о продуктивных способах организации и выполнения совместной деятельности, нормах поведения в социуме и ценностях; ценностно-мотивационная – совокупностью мотивов, ценностей и установок личности для реализации гармоничного взаимовыгодного взаимодействия и построения слаженных взаимовыгодных профессионально-сотруднических отношений; поведенческая – умением сотрудничать, находить индивидуальный подход к людям, проявлять эмпатию, оказывать помощь; рефлексивная – умением анализировать взаимодействие, оценивать результаты собственных действий, переосмысливать их и корректировать свои действия и действия других людей.

Компетенция социального взаимодействия изучается также как профессиональная характеристика (М.Ф. Воронина, М.В. Гуковская, Е.А. Карпова, Е.С. Пайгина, Е.В. Харитонова, Е.С. Янчурина и др.). Так Е.В. Харитонова и М.В. Гуковская определяют компетенцию социального взаимодействия как практическую готовность специалиста к осуществлению социального взаимодействия с другими участниками различного профиля, позволяющую ему целенаправленно использовать потенциаль-

ные возможности социума для разрешения собственных профессионально-ориентированных проблем. В качестве критериев сформированности данной компетенции выступают: наличие специальных профессиональных знаний, навыков их практического применения, наличие профессионального мышления, владение речевыми навыками, развитая эмоционально-волевая и потребностно-мотивационная сферы личности в профессиональной деятельности и наличие комплекса социальных качеств. В работе авторов представлены базовые компоненты изучаемого понятия, а именно: мотивационно-ценностный, характеризующийся сформированным отношением к компетенции социального взаимодействия как профессиональной ценности; интегративно-когнитивный, включающий систему интегрированных профессиональных и социальных знаний о данной компетенции; предметно-деятельностный, проявляющийся в совокупности специальных умений продуктивного социального взаимодействия в процессе выполнения профессиональной деятельности; социальный, представленный совокупностью социальных качеств и социальных знаний об отношениях участников социального взаимодействия, нормах и правилах поведения [8, 9].

Выводы

Изученные научные представления позволили конкретизировать и дополнить содержание понятия «компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере» применительно к обучающимся вуза. Данная компетентность относится к группе социальных компетентностей и формируется в процессе профессионального становления личности в высшей школе. Она характеризует взаимодействие обучающихся с другими участниками образовательной деятельности. Однако, исходя из общих представлений о компетентности, считаем важным в исследуемом понятии выделить сущностные и содержательные характеристики. В результате проведенной работы эксплицировано понятие «компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере». Компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере, формируемая у обучающихся на этапе учебно-профессиональной деятельности, представляет собой системную характеристику личности будущего специалиста, включающую знания и умения проектировать и реализовать социальные контакты в профессиональной сфере, характеризующиеся деловым партнерством (согласованность, готовность к командной деятельности, сотрудничество) и позитивным отношением к участникам профессионального сообщества (взаимоуважение и взаимоподдержка).

В структуре компетентности социального взаимодействия выделены компоненты:

– социально-личностный – наличие необходимых способностей, наклонностей, психических ресурсов, личностных и социальных качеств, таких как социальная ответственность, социальная активность, толерантность, уважение и принятие других участников (расы, национальности, религии, статуса, роли, пола), духовность и других;

– интегративно-когнитивный – совокупность общепрофессиональных, узкоспециальных и социальных знаний о нормах, правилах поведения, отношениях субъектов в процессе социального взаимодействия в профессиональной сфере;

– аксиологический – ориентация в совместной учебно-профессиональной деятельности на социокультурные нормы и ценности, а также на ценности гармоничного социального взаимодействия в ходе решения профессионально-ориентированных задач;

– предметно-деятельностный – владение умениями и навыками, способствующими организации и осуществлению гармоничного и продуктивного социального взаимодействия в команде, способность к регуляции межличностного взаимодействия и разрешению профессиональных разногласий, анализу и переосмыслению качества взаимодействия.

Проявление компетентности социального взаимодействия в профессиональной сфере в условиях образовательного процесса, по нашему мнению, заключается в решении обучающимися профессионально-ориентированных задач через организацию результативной совместной и согласованной деятельности, установление взаимопонимания в коллективе, взаимной поддержки. При этом составными частями компетентности социального взаимодействия в профессиональной сфере можно назвать: умение налаживать контакты; желание выполнять работу совместно (в группе/команде); коммуникативные навыки, понимаемые как владение устной и письменной речью, умение корректно формулировать собственные мысли и слушать; способность анализировать, регулировать и переосмысливать собственные действия и действия других участников взаимодействия; приверженность к общепринятым социальным ценностям, знание этикета и общепринятых норм; умение разрешать и предотвращать конфликты; проявление

толерантности и уважение человеческого достоинства и другое.

Кроме того, важным фактором успешного формирования компетентности социального взаимодействия в профессиональной сфере является выбор интерактивных форм и методов обучения, направленных на включение обучающихся в активный процесс *совместного* получения и переработки знаний, в групповую и командную работу (дискуссия, круглый стол, дебаты, ролевая игра, моделирование ситуации и другие методы), то есть таких, которые ориентированы на постоянное взаимодействие участников образовательного процесса друг с другом, регулярное обращение к собственному опыту взаимодействия, апробацию и совершенствование вспомоществующих компетенций, связанных с эффективной работой в команде, и которые исключают стороннее или пассивное участие обучающихся при решении поставленных учебно-профессиональных задач.

В заключение подчеркнем, что компетентность социального взаимодействия в профессиональной сфере является системной профессионально-личностной характеристикой будущего специалиста: способствует адаптации к профессиональной деятельности и успешному вхождению в профессиональное сообщество; отражает готовность будущего специалиста качественно выстраивать социальное партнерство как взаимоотношения в сфере труда; определяет психологическую комфортность личного участия в коллективной профессиональной деятельности; позволяет занять лидерскую позицию в трудовом коллективе и др.

Список литературы

1. Ковчина Н.В., Игнатова В.В. Междисциплинарный анализ феномена «социальное взаимодействие» // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/117-13350 (дата обращения: 10.03.2020).

2. Игнатова В.В., Кузина Д.В. Современные формы контактной работы в вузе // Научное мнение. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургский университетский консорциум, 2019. № 12. С. 66–73.

3. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по направлениям бакалавриата, специалитета и магистратуры [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4 (дата обращения: 10.03.2020).

4. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5. С. 34–42.

5. Кодинцева Н.М. Взаимосвязь компетентности социального взаимодействия и психологических особенностей студентов вузов: автореф. дис. … канд. психол. наук. Москва, 2009. 25 с.

6. Иванаевская Е.А. Формирование компетентности социального взаимодействия школьников во внеурочной деятельности: автореф. дис. … канд. пед. наук. Самара, 2012. 27 с.

7. Селиванова О.А., Родина О.Н. Формирование компетентности социального взаимодействия студентов технического вуза в учебной деятельности // Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates. 2016. Т. 2. № 3. С. 182–192.

8. Гуковская М.В. Формирование компетенции социального взаимодействия будущего социального педагога в условиях вуза: автореф. дис. … канд. пед. наук. Москва, 2008. 22 с.

9. Харитонова Е.В. Формирование опыта социального взаимодействия подростка в учреждении дополнительного образования детей: дис. … канд. пед. наук. Оренбург, 2011. 203 с.

УДК 372.881.111.1:378

РАЗВИТИЕ НАВЫКА КРЕАТИВНОСТИ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Кораблина М.В.

ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

В статье предлагаются авторские методические приемы формирования, развития и поддержания навыка креативности у студентов инженерного профиля в процессе обучения иностранному языку. В свете современных дискуссий о так называемых hard skills («твердые», или «жесткие» навыки) и soft skills («мягкие» навыки) актуализируется проблема развития надпрофессиональных, неспециализированных навыков, отвечающих за высокую производительность и успешное участие в рабочем процессе, у студентов технического вуза, которые в ближайшем будущем выйдут на рынок труда. Автор считает, что основная проблема большинства российских предприятий и компаний – нехватка человеческого ресурса, обладающего необходимыми «софтами», в первую очередь креативностью. И перед обществом ставится серьезная задача – развивать в своих молодых согражданах «навыки будущего» (креативность, эмпатию, сотрудничество, адаптивность, гибкость). В статье анализируется проблема развития одного из них – креативности. Важность срочного формирования этого навыка обсуждают экономисты, политики, психологи, педагоги, IT-специалисты, представители бизнеса и предпринимательства, культуры и искусства. Проблема креативности находится на стыке различных наук, что обусловливает ее универсальный характер. Процесс обучения иностранному языку имеет свои специфические особенности и обладает огромным потенциалом в развитии «мягких» навыков, в том числе креативности. В статье обсуждаются технологии развития креативности у бакалавров и магистрантов Тюменского индустриального университета, приводятся результаты опроса студентов.

Ключевые слова: креативность, обучение иностранному языку, «мягкие» навыки, методология развития креативности, контекстное образование

FOSTERING A CREATIVITY SKILL AMONG ENGINEERING STUDENTS IN THE PROCESS OF A FOREIGN LANGUAGE TEACHING

Korablina M.V.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

The article proposes the author's methodical techniques, aimed at forming, fostering and ensuring the skill of creativity among engineering students in the process of teaching a foreign language. In view of the modern debates on the so-called «hard skills» and «soft skills» the problem of developing above-professional, non-specialized skills which accord with high productivity and successful participation in the working process, among the students of a technical university who enter the labour market in the nearest future is actualized. The author considers that the main problem of the majority of Russian enterprises and companies is the lack of human resources with necessary «soft skills», in particular, with creativity. And the society's serious aim is to develop «the skills of the future» such as creativity, empathy, cooperation, adaptability and flexibility among its younger citizens. The article places emphasis on one of them, creativity. The importance of urgent formation of this skill is being discussed by economists, politicians, psychologists, educators, IT-specialists, entrepreneurs, business, culture and art representatives. The problem of creativity demonstrates its universal and interdisciplinary nature, being a meeting point of different sciences. The process of teaching a foreign language has its own specific peculiarities and holds great potential in «soft skills» developing including creativity, comments on the results of the survey conducted among students.

Keywords: creativity, teaching a foreign language, soft skills, methodology of fostering creativity, context education

Роль и значение креативной деятельности тесно связаны с глобальными процессами, происходящими в современном мире. Мир вступил в эру информации, которая в большей степени базируется на интеллектуальной технологии, а не на механической технике. Весьма актуальной в новых социально-экономических условиях становится проблема креативности – умения индивидуума формировать новые идеи, искать и находить эффективные пути их реализации в экономике. Креативность входит в ТОП-3 самых востребованных навыков современности, причем занимает в этом списке верхнюю позицию. Наряду с креативностью в списке востребованных навыков будущего стоят эмпатия (эмоциональный интеллект), сотрудничество (способность работать и эффективно взаимодействовать с другими людьми), адаптивность (умение гибко и быстро приспосабливаться к изменчивой ситуации при постоянной смене трендов), гибкость [1].

По данным российских аналитиков, работающих в Сколково, основная проблема российских предприятий и компаний – нехватка человеческого ресурса, обладающего необходимыми «софтами», в первую очередь креативностью. Это не только отбрасывает российскую экономику далеко назад, не позволяя занять достойное место в плеяде «креативных обществ», которые

диктуют правила игры на всемирных рынках. Нет ресурса, способного изменить ситуацию в корне, в связи с чем перед российским обществом ставится серьезная задача – развивать в своих молодых согражданах те самые «навыки будущего». Именно поэтому все наше образование претерпевает сегодня коренные преобразования.

Целью данного исследования является анализ методических приемов, направленных на развитие навыка креативности в процессе обучения иностранному языку на примере работы со студентами вуза технического направления.

Материалы и методы исследования

Научные труды отечественных и зарубежных ученых, экспертов в области креативности стали основным материалом для анализа. Для достижения цели применялись методы наблюдения, экспериментальной работы, глубинного интервью, беседы, опроса, компаративный и аналитический и компаративный методы.

Результаты исследования и их обсуждение

Достаточно сложно найти тему, способную конкурировать по значимости и широкому обсуждению в разных контекстах разными общественными науками с темой креативности в эпоху глобализации.

Очевидно, что сегодня в бизнес- и индустриальной среде прибыль приносят оригинальные идеи, интеллектуальные творения, программное обеспечение и иное, а отнюдь не материальные продукты. По оценкам экспертов, в развитых странах до 40 % ВВП создается именно креативными работниками. Использование способностей, воплощенных в людях, позволяет компаниям повышать качество и конкурентоспособность продукции и услуг, активизировать нововведения. Только те предприятия, которые признают креативность в качестве важного фактора и ресурса своего развития, могут считаться конкурентоспособными. При этом они должны быть заинтересованы в формировании креативной организационной культуры, аккумуляции знаний сотрудников и направлении их в русло креативности. Экономика должна стать креативной. По словам Джона Хоукинса: «Люди с идеями, люди, владеющие идеями, становятся более могущественными, чем те, кто работает за станком, и во многих случаях могущественнее тех, кто этими станками владеет» [2, p. 5].

Генерировать новые идеи, быстро разрешать проблемные ситуации, прагматично и созидательно действовать – именно на это нацелена креативность. И в современную эпоху именно она становится одной из важных задач не только экономической науки. Экономика России нуждается в поиске потенциала своего развития, для чего ей нужны исследования в этой области, эффективные предложения.

В работах отечественных и зарубежных ученых достаточно широко освещены разные аспекты вопросов креативности, большинство трудов носит междисциплинарный характер. Данная проблема затрагивает интересы психологов, которые рассматривают ее в ракурсе психологии личности, межличностного общения (Г. Алдер, Дж. Эйврилл, К.А. Торшина и др.), педагогов и специалистов по менеджменту организаций и т.д. Чрезвычайно актуальными являются исследования и разработки экономистов, которые видят в креативности экономический ресурс (И.Л. Тимонина), «инновационный ресурс развития экономики» (Н.М. Лапин) [3]. Важно отметить, что для российской науки – это сравнительно новый предмет для исследования, в то время как зарубежные ученые приступили к активному изучению креативности как феномена и ресурса развития в середине XX в. В этом ряду находятся Д. Гилфорд, С. Тейлор, А. Маслоу, Т. Амабиле, Р. Симпсон, В. Франкл, Ф. Базан, Е. Торренс и др.

В частности, Д. Гилфорд определял креативность как многомерное понятие, включающее в себя развитую интуицию, готовность рисковать, умение быстро переключаться с одного объекта на другой, быстро находить решения возникающих социальных и экономических задач [4]. Как совокупность способностей рассматривал креативность и С. Тейлор, уточняя, что каждая из способностей может проявляться в разной степени [5].

Точка зрения на креативность Е. Торренса – способность к обостренному восприятию недостатков, пробелов в знаниях, проблем в процессе идентификации недостающей информации [6]. Человека можно считать креативным, если он может отказаться от стереотипных способов мышления (Р. Симпсон); обнаружить новые способы решения проблем (К. Роджерс); внести системные изменения в свою деятельность и готов к инновациям (В. Франкл); решить проблему социального или экономического характера в результате свежих подходов к проблеме с разных точек зрения (Д. Ренцулли).

Несмотря на различия в точках зрения, почти все авторы соотносят креативность с изобретением чего-то нового. Российские ученые (Н.М. Гнатко, Д.В. Богоявленская,

А.Н. Воронин, С. Джулер, Р.И. Капелюшников, Н.В. Кочелаева, Е.Н. Князева, Т.Б. Шакарян, А.В. Морозов, О.М. Разумникова, В.А. Садовничий, Л.Н. Федотов и др.), изучая феномен креативности, выдвигают в основном следующий тезис: российская экономика сумеет удовлетворить растущие потребности населения в качественных товарах и услугах только на основе развития инновационных процессов и обновления технологий. Часто авторы сопрягают понятия «инновации» и «креативность», что можно объяснить так: инновации – это достижения человеческого ума (изобретения, открытия, конструктивные разработки), то есть креативности.

Что касается темы развития навыка креативности у студентов вузов, будущих специалистов, которые по окончании учебных заведений выйдут на рынок труда, то эта тема только начинает рассматриваться научным сообществом. Вопрос о том, как именно развивать этот «навык будущего» в студентах, требует решения, а именно методических поисков, отбора лучших стратегий и практик [7]. Поскольку креативность является навыком, который подлежит формированию и развитию и, по мнению специалистов, не относится к врожденным навыкам [8–10], возникает потребность направить основной поиск на выявление действенных методик по развитию креативного потенциала будущих специалистов. В качестве одной из них предлагается анализ чужих креативных идей (коллег, успешных бизнесменов и т.д.).

В результате проведенных экспериментов на занятиях по дисциплинам «Иностранный язык», «Профессиональный иностранный язык» мы пришли к следующим выводам.

Большой отклик вызывали задания, направленные на поиск креативных решений в сфере профессионального интереса студентов. К примеру, обучающимся по направлению «Дизайн архитектурной среды» было предложено для начала просмотреть американский комедийный художественный фильм «The Internship» (в российском прокате – «Кадры»). В сюжете фильма заложена актуальная идея поиска хорошо оплачиваемой работы, в результате чего главные герои попадают на стажировку в компанию нового поколения «Гугл», которая отбирает новых сотрудников по наличию «навыков будущего», в том числе и креативности. Знакомясь с нестандартной корпоративной культурой компании, где поощряются свободный дух предпринимательства и нестандартное мышление (важный аспект креативности), герои начинают понимать, что успех их поиска зависит главным образом от создания, выбора и реализации креативного решения предложенной проблемы. Задание для студентов заключалось во внимательном просмотре и наблюдении за профессионально значимыми для будущих архитекторов и дизайнеров аспектами: как спроектирован офис компании «Гугл» в Лос-Анджелесе (оформление, дизайн, архитектурные, цветовые решения, встраивание в архитектурную среду города и т.д.). В результате обучающиеся представили свои аналитические описания и выяснили, что они сделали разные акценты, нашли разные детали, не обозначенные другими, использовали различную лексику и т.д. Языковой ракурс выполненного задания: активный и заинтересованный поиск лексики, выбор лексических единиц для выражения собственной мысли и мнения, выбор соответствующего функционального стиля, грамматических и синтаксических конструкций.

Следующий этап заключался в анализе других зданий компании «Гугл», построенных в разных странах. Дополнительное задание – отметить региональный компонент в решении проекта, отличия от американского проекта. Очень быстро студенты разобрали предложенные локации (в Японии, Швейцарии, Великобритании, Германии, Саудовской Аравии, России и др.). Добавление новой лексики, новое усилие в попытке проанализировать «чужую креативность» привели к показу интересных и оригинальных презентаций, обсуждению профессиональных вопросов, дискуссии. Наконец, было предложено придумать проект, который можно было бы реализовать в столице Сибири. Студенты, которые выбрали для анализа проект здания в Нью-Йорке, для чего им пришлось сравнивать два американских проекта, предложили, как сибирский проект мог бы отличаться от московского проекта (т.е. как сделать проект одной и той же компании на территории одной страны, но в разных ее точках). В результате общими усилиями получился командный проект группы студентов. Зафиксирована высокая степень креативного потенциала обучающихся данной группы и отработана методика по развитию навыка креативности посредством иностранного языка.

Группе студентов, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий», было предложено проанализировать проект «Танцующий дом», реализованный в Праге, в смысле описания стиля, архитектурной метафоры танцующей пары и т.д. В результате студенты первого кур-

са самостоятельно сделали отбор лексики по стилю «деконструктивизм», признали значение архитектурной метафорики, проанализировали архитектурные детали, прочитали дополнительную информацию о проекте и его архитекторах (Фрэнке Гэри и Владо Милуниче). Обучающимся специальности «Строительство уникальных зданий» можно предложить огромное количество редких проектов, созданных по всему миру, так как само понятие «уникальный» тесно связано с понятием «креативный» (здесь заложен смысл неординарного, неожиданного, свежего, нового, уникального решения). Преподавателю остается разработать по всем языковым аспектам оригинальные, интересные и разнообразные задания различной сложности в зависимости от стартовых возможностей студентов в соответствии с программой, т.е. проявить свою методическую креативность.

Магистранты сильнее осознают, что современные требования к специалисту качественно изменились, что если производство не направлено на разработку более эффективных решений и технологий, то оно проиграет в конкурентной борьбе на рынке. По результатам опроса магистрантов наибольший интерес вызывают задания, направленные на развитие креативности и такой компетенции, как поиск и внедрение инноваций, причем на региональном уровне с учетом того, что предприятие находится в Сибири (следует учитывать определенный климат, характер почвы, состав воды, традиции и т.д.). Практически все магистерские диссертации задействуют региональный компонент и решают проблемы, характерные для своей сибирской территории.

Развивая одну из важных компетенций магистранта – умение работать с узконаправленной профессиональной литературой, важно отбирать для них такие источники профессионально значимой информации на иностранном языке, чтобы это способствовало не только сбору исследовательской базы для будущей диссертации, расширению профессионального вокабуляра, укреплению готовности к коммуникации, но и проявлению креативности.

Понимая, насколько несовершенны многие решения в сфере их профессионального интереса в пространстве региона, магистранты заинтересованы в поиске креативных решений существующих проблем. Такой опыт также можно почерпнуть у зарубежных коллег, понять принцип, подход к решению той или иной проблемы.

В качестве примера можно привести одно из заданий на развитие креативного подхода к решению проблемы для магистрантов направления «Строительство» профиля «Управление дорожным хозяйством». В г. Тюмени, крупном индустриальном центре, очень много так называемых car-oriented streets («улицы для машин»). В связи с возрастающей приоритетностью идеи строить «multimodal streets» («мультимодальные улицы»), заботясь о пешеходах и ином, интерес представляет опыт зарубежных проектировщиков городских пространств. В книге «Global Street Design Guide» есть много материала по данной теме. Можно предложить на выбор одну из многочисленных улиц города для перестройки в мультимодальную улицу. Студентам направления «Строительство» профиля «Формирование пространственных систем в градопланировочной и землеустроительной деятельности» можно предложить для ознакомления ту же книгу, где они могут в соответствии с темой своей работы найти интересный материал для анализа: как обустроить заброшенные пространства города или неиспользуемые пространства (под дорожными эстакадами), каковых в родном городе множество; спланировать «зеленые пространства» и т.д.

Многие студенты решают экономически и социально значимые проблемы небольших городов региона. И можно обнаружить многие примеры, каким образом можно превратить небольшой город в комфортное и эстетически организованное для проживания место, в популярное для туристов пространство. На примере небольшого, но одного из самых культурно активных городов на юге Франции – Арля, население которого составляет около 60 000 человек, можно проследить и проанализировать опыт превращения города в популярную круглогодичную дестинацию.

Рекомендуем предложить для прочтения и анализа статью В. Лоури «This French City Is the Art World's New Hot Spot» («Этот французский город стал новым и самым модным местом в мире в области искусства)», где автор пишет о том, что давно известный своими римскими руинами город Арль рождается заново, становясь очагом современного искусства. Благодаря влиятельному арт-брокеру М. Хоффманну заброшенная железнодорожная станция была реконструирована в международный культурный кампус (15 акров) «ЛЮМА Арль» для проведения здесь мероприятий по искусству, окружающей среде и защите прав человека. Один из крупнейших архитекторов современности Фрэнк Гэрри был привлечен для проектирования сверкающей 10-этажной башни, которая стала центром парка около кампуса. В башне (наполовину

музее, наполовину мозговом центре) разместился Центр Достоинства Человеческой Личности и Экологической Справедливости (the Center for Human Dignity and Ecological Justice). На создание фасада из камня и нержавеющей стали архитектора вдохновили римский амфитеатр Арля (I в. до н. э.) и известняковые скалы региона. «Я была поражена всеобъемлющим подходом Гэрри к созданию проекта, тем, как он смешивает современное искусство и архитектуру, свободой его мыслей и линий» [11]. Бельгийский ландшафтный архитектор В. Сметс проектировал прилегающий общественный парк-сад.

А. Селдорф завершила реновацию второго промышленного здания XIX в., которое когда-то использовалось для строительства и ремонта поездов. В результате получилось спокойное и гибкое выставочное пространство. Теперь в двух зданиях много места для выставок, перфомансов, мастерских художников, шоу, инсталляций, хореографических спектаклей. В скором времени планируется строительство стильных отелей и ресторанов. «ЛЮМА» вдохнуло в город новую жизнь и свежую энергию. «Майя Хоффманн нарушает все правила, и то, что она делает в Арле, – фантастика», – говорит фотограф Ф. Халард, который купил для себя в Арле дом XVIII в. Сегодня «Арль – одновременно древний и современный город, а это большая редкость» [11]. Совсем недавно Арль не входил в топ туристического списка городов для посещения в Провансе, а теперь входит.

Преподаватель иностранного языка заинтересован в том, чтобы поддерживать интерес своих студентов к предмету [12]. В частности, в работе с магистрантами важно в большей степени задействовать профессионально значимый материал, так как студенты второй ступени образования более прагматичны и склонны быстрее и эффективнее анализировать информацию, отбирать самое необходимое. Осознавая, что инжиниринг в смысле технологий – одна из очень быстро обновляемых областей, что знания необходимо получать в течение всей жизни, они заинтересованы в укреплении своей мотивации, постоянном расширении профессионального кругозора и опыта.

Заключение

Таким образом, иностранный язык, как и раньше, – это не только предмет изучения, но и средство обучения. Но в соответствии с реалиями сегодняшнего дня, когда дискуссии о так называемых hard skills («твердые», или «жесткие» навыки) и soft skills («мягкие» навыки) набирают силу, становится очевидным, что педагогам необходимо в какой-то степени менять свое методическое мышление. Следует уделять достаточно большое внимание формированию, поддержанию, развитию неспециализированных, надпрофессиональных навыков, которые отвечают за высокую производительность и успешное участие в рабочем процессе, т.е. в ближайшем будущем наших студентов. Для любого предприятия креативность становится необходимым условием конкурентоспособности. Предприятия и фирмы стремятся к обновлению услуг и продукции, инновациям, а креативные идеи и решения составляют их основу. В процессе изучения иностранного языка студенты могут и должны развивать этот навык, поскольку в будущем им предстоит работать или управлять предприятием сообразно современной обстановке, когда одним из главных факторов эффективности организации будут не только знания, опыт, но и креативность персонала.

Список литературы

1. Puccio G.J., Murdock M., Mance M. Creative Leadership: Skills that Drive Change. [Electronic resource]. URL: http://tinyurl.com/478zrcs (date of access: 22.03.2020).

2. Howkins J. The Creative Economy: How People Make Money from Ideas. 2013. 267 p.

3. Лапин Н.М. Креативность как инновационный ресурс развития экономики: автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.01, 08.00.05. Тамбов, 2008. 24 с.

4. Amabile T.M. Social psychology of creativity: a consensual assessment technique. 1982. Vol. 43. P. 997–1013.

5. Taylor C.W. Various approaches to and definitions of creativity. The nature of creativity. 1988. P. 429–446.

6. Torrance E.P. The nature of creativity as manifest in the testing. The nature of creativity. 1988. P. 43–80.

7. Мороз В.В. Развитие креативности студентов. Оренбург: ОГУ, 2011. 183 с.

8. Намаконов И.М. Креативность. М.: ЛитРес, 2019. 160 с.

9. Техника креативности Илона Маска: искусство задавания вопросов [Электронный ресурс]. URL: https://www.1000ideas.ru/article/kreativ/tekhniki-kreativnosti/ (дата обращения: 22.03.2020).

10. Савкин К.С. Потребность бизнеса в креативности [Электронный ресурс]. URL: https://www.savkinks.ru (дата обращения: 22.03.2020).

11. Lowry V. This French City is the Art World's New Hot Spot. [Electronic resource]. URL: https://www.architecturaldigest.com/story/arles-france-art-destination (date of access: 22.03.2020).

12. Креативная педагогика: методология, теория, практика. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 319 с.

УДК 378.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И САМОИЗОЛЯЦИИ

Милько М.М., Гуремина Н.В.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: innov-man@yandex.ru

Актуальность темы исследования обусловлена переходом большей части вузов России на дистанционный формат обучения в условиях самоизоляции и ускорения темпов распространения коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации. Целью данной статьи является исследование физической активности студентов в условиях перехода системы образования на дистанционный формат обучения, который способствует развитию малоподвижного образа жизни и в целом негативно отражается на здоровье учащихся. Отмечено, что при переходе на дистанционный формат обучения возникает ряд рисков и негативных факторов, которые необходимо нивелировать: нарушения санитарно-гигиенических требований для образовательных организаций в части ограничения непрерывной работы на компьютере обучающихся, перегрузка обучающихся заданиями, рост стрессового фактора, увеличение нагрузки на преподавателей и др. Новизна представленного исследования заключается в выявлении влияния дистанционного обучения на физическую активность студентов. В результате проведенного исследования выявлено, что в условиях дистанционного обучения у большинства студентов ощущается дефицит двигательной активности, но при этом также отмечается готовность студентов восстанавливать естественный уровень физической активности, прибегая к физическим упражнениям. Разработаны практические рекомендации, направленные на поддержание физической активности студентов и организацию самостоятельных занятий физическими упражнениями в период дистанционного обучения и самоизоляции.

Ключевые слова: физическая нагрузка, физическая активность, дистанционное обучение, самоизоляция

STUDENTS PHYSICAL ACTIVITY INVESTIGATION IN CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING AND SELF-ISOLATION

Milko M.M., Guremina N.V.

Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: innov-man@yandex.ru

The topic research relevance is due the most Russian universities transition to a distance learning format in conditions of self-isolation and acceleration of the coronavirus infection on the Russian Federation territory. The study purpose is analyze of students physical activity in the conditions of the education system transition to a distance learning format, which contributes to the development of a sedentary lifestyle and generally negatively affects the health of students. There are many risks and negative factors in the transition to distance learning that need to be leveled: violations of sanitary and hygienic requirements for educational organizations in the field of limiting continuous work on the computer for students, overloading students with tasks, increasing stress factors, increasing the load on teachers, etc. The scientific novelty of the study is to identify the impact of distance learning on the physical activity of students. The result of the study revealed that most students felt the lack of physical activity in terms of distance learning, but also noted the willingness of students to restore the natural level of physical activity through exercise. Practical recommendations aimed at stimulating students physical activity and organizing independent physical exercises during distance learning and self-isolation have been developed.

Keywords: physical training, physical activity, distance learning, self-isolation

Актуальность темы исследования обусловлена переходом большей части вузов России на дистанционный формат обучения, который способствует развитию малоподвижного образа жизни и в целом негативно отражается на здоровье учащихся в условиях самоизоляции и ускорения темпов распространения коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации. При переходе на обучение с помощью дистанционных образовательных технологий возникают риски и негативные факторы, которые необходимо нивелировать: нарушения требований СанПиН для образовательных организаций в части ограничения непрерывной работы на компьютере обучающихся, перегрузка обучающихся заданиями, увеличение нагрузки на преподавателей и т.д.

Целью данного исследования является исследование физической активности студентов в условиях перехода системы образования на дистанционный формат обучения.

Объект исследования: физическая активность студентов вуза в условиях дистанционного обучения и самоизоляции. Предмет исследования: индивидуальные физические нагрузки.

Задачи исследования:

– определение понятий «физическая активность» и «физическая нагрузка»;

– организация и проведение опроса с целью анализа влияния дистанционного обучения на физическую активность студентов;

– разработка рекомендаций по поддержанию физической активности и здорового образа жизни в целом в условиях дистанционного обучения.

Материалы и методы исследования

К основным методам исследования следует отнести анализ научно-методической литературы, контент-анализ, метод статистического анализа.

Теоретической базой исследования послужили научные публикации в области рассмотрения и анализа феномена физических нагрузок и физической активности как комплексных явлений, включающих в себя множество различных аспектов, таких авторов, как Т.А. Беспалова, И.П.Зайцева, Л.П. Матвеев, С.В. Кочетова, Д.Н. Прянишникова, Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов и др.

Анализ двух базовых феноменов (физическая активность и физическая нагрузка) позволил выявить их общие черты, взаимосвязь и различия. Физическая активность – это любые движения тела, производимые скелетными мышцами и сопровождающиеся расходом энергии. Физическая нагрузка – это степень интенсивности и продолжительность мышечной работы; определяется величиной энергетических затрат организма, развиваемой мощности или произведенной работы [1, с. 14].

По направленности можно выделить соревновательные и тренировочные нагрузки, где первые – это интенсивные, часто максимальные нагрузки, связанные с выполнением соревновательной деятельности. Также неотъемлемой составляющей этого явления считаются два ее компонента – количественный и качественный.

По определению А.Н. Кожуркина [2], под количественным компонентом понимается суммарное количество выполненных упражнений за единицу времени, измеряемое в конкретных единицах. Качественный компонент нагрузки (интенсивность) связан с напряженностью работы и степенью ее концентрации в данный момент времени, а также с координационной сложностью, точностью, выразительностью и психической напряженностью. По Л.П. Матвееву [3, с. 52], одними из основных внутренних индикаторов являются пульсовая и энергетическая интенсивности упражнения, то есть отношение пульсовой и энергетической стоимости упражнения к его продолжительности.

Основываясь на тесной взаимосвязи этих компонентов, И.П. Зайцева [4, с. 46] отмечает, что оптимальная продолжительность занятий физическими упражнениями составляет до двух часов не реже трех раз в неделю. Контролировать интенсивность физической нагрузки можно по частоте сердечных сокращений (ЧСС): ЧСС < 120–130 уд/мин – небольшая интенсивность; ЧСС = 130–160 уд/мин – достаточно высокая интенсивность нагрузки; ЧСС около 180–200 уд/мин – высокая, пиковая интенсивность. При этом пик интенсивности в нагрузке может быть один или несколько, и используется такая нагрузка кратковременно.

С понятием физической нагрузки Ж.К. Холодов и В.С Кузнецов связывают физические качества, которые определяются как социально обусловленные совокупности биологических и психических свойств человека, выражающие его физическую готовность осуществлять активную двигательную деятельность [5, с. 102]. В современной спортивной науке принято выделять следующие физические качества: сила, выносливость, быстрота, гибкость и т.д. На основе этого можно выделить основные принципы и методы развития некоторых физических качеств при проектировании самостоятельных занятий (таблица).

Основополагающие принципы индивидуальных занятий физическими упражнениями

№	Принципы	Основные характеристики
1	Мотивация	Эффективное выполнение упражнений возможно только при наличии интереса к тренировкам. При этом, согласно закону Йеркса-Додсона, необходимо избегать излишней мотивации.
2	Отсутствие спешки	Стремление достигнуть высоких результатов в кратчайшие сроки может привести к перегрузкам организма и переутомлениям.
3	Регулярность занятий	Большие перерывы между занятиями сводят результат предыдущих к минимуму.
4	Сбалансированное развитие	Одновременное развитие всех физических качеств является одним из основополагающих правил проведения самостоятельных занятий.
5	Время и разминка	Занятия лучше всего выполнять во второй половине дня, не раньше чем через 1–2 ч после приема пищи. Перед упражнениями необходимо сделать разминку в 3–4 минуты.

Результаты исследования и их обсуждение

С начала марта 2020 г. жизнь в большинстве стран мира была в той или иной степени подвергнута влиянию распространения пандемии коронавируса. 15 марта 2020 г. Министерство образования порекомендовало высшим учебным заведениям перейти на дистанционное обучение (ДО). Следуя рекомендации, большая часть вузов страны была вынуждена сменить привычный способ обучения на дистанционный. По заявлению заместителя министра образования России А.В. Нарукавникова [6], большинство вузов справились с организацией обучения в дистанционном формате. Однако, несмотря на способность ДО обеспечить полноценный образовательный процесс, некоторые особенности обучения оказалось невозможно компенсировать онлайн-форматом.

С целью выявления и оценки влияния ДО на физическую активность обучающихся авторами было проведено исследование, в котором приняли участие 154 студента Дальневосточного федерального университета (ДВФУ). В результате исследования выяснилось, что у большинства опрошенных снизился уровень физической активности (рис. 1).

Исходя из рис. 1, при переходе на ДО можно наблюдать резкое снижение уровня физической активности студентов. Действительно, если при традиционном формате обучения студент получал достаточное количество движений через постоянное перемещение внутри университета, то в условиях ДО, сопровождаемых режимом самоизоляции, физические нагрузки сводятся к минимуму. Кроме того, дисциплина «Физическая культура» в связи с очевидными особенностями образовательного процесса стала наименее компенсируемой при дистанционном формате. Также 110 респондентов (71,4%) указали, что в той или иной мере ощущают недостаток физической активности (рис. 2).

Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос о снижении уровня физической активности после перехода на ДО

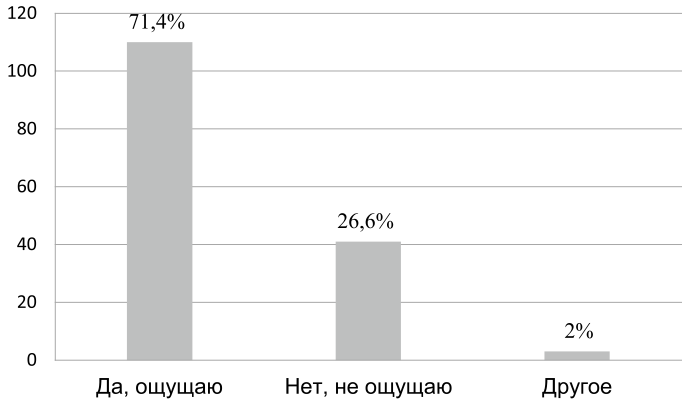


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос об ощущении недостатка физической активности в связи с полным переходом на ДО и самоизоляцией

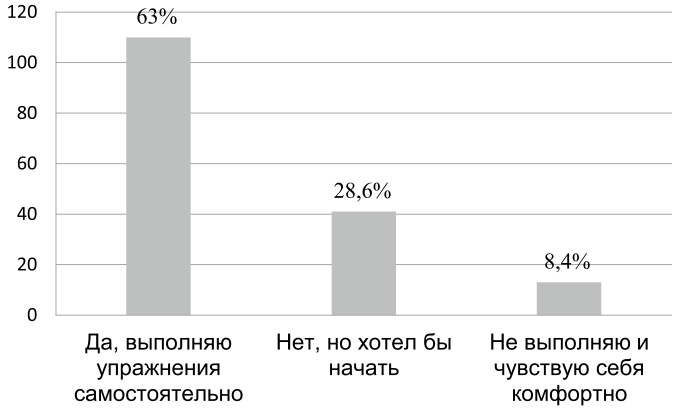


Рис. 3. Распределение ответов респондентов на вопрос «Занимаетесь ли Вы физическими упражнениями дома?»

Рис. 4. Причины, по которым студенты хотели бы начать заниматься, но еще не сделали этого (количество ответов превосходит количество опрошенных, так как в вопросе был разрешен множественный выбор ответов)

Чтобы восстановить естественный уровень физической активности, 97 опрошенных (63%) физические упражнения выполняют самостоятельно. Еще 44 респондента (28,6%) хотели бы начать заниматься, но отметили, что в силу некоторых причин не могут это делать. И только 13 человек (8,4%) ответили, что чувствуют себя комфортно (рис. 3).

Самыми распространенными причинами, не позволяющими опрошенным самостоятельно заниматься физическими упражнениями, стали отсутствие времени на занятия спортом в связи с плотным учебным графиком (33 ответа), отсутствие необходимого оборудования (21 ответ) и неспособность самостоятельно подобрать упражнения (19 ответов). Завершают список причины, связанные с отсутствием мотивации (7 ответов), а также другие (болезнь, недостаток места, не связанные с учебой дела и так далее), что может свидетельствовать об ухудшении (рис. 4).

Выводы

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что дистанционный формат обучения значительно повлиял на уровень физической активности студентов, и более 70% опрошенных ощущают на себе ее недостаток. Такой формат обучения располагает к малоподвижному образу жизни, что влечет за собой негативные последствия для здоровья. Но при этом опрошенные готовы восстанавливать естественный уровень физической активности, так как у студентов, активно занимающихся спортом, выстраивается определенный режим дня, повышается жизненный тонус, работоспособность, мотивация, вы-

рабатываются волевые качества [7, с. 83]. Но тем не менее около трети опрошенных в силу определенных причин не могут этого сделать:

1. Недостаток времени. В результате исследования выяснилось, что основной причиной дефицита физической активности в условиях ДО является недостаток времени, вызванный большим объемом учебной нагрузки. Дополнительный опрос показал, что у 73 % студентов учебное время занимает от 8 часов и более. Также в опросе не учитывалось количество времени, затрачиваемого на выполнение домашнего задания. В таких условиях выполнение регулярных физических упражнений действительно может показаться затруднительным.

2. Отсутствие необходимого оборудования. На данный момент существует множество способов поддерживать необходимый уровень физической активности даже в домашних условиях, не требующих наличия оборудования: упражнения на гибкость (растяжки, наклоны), силовые упражнения (приседания, отжимания), упражнения на выносливость (бёрпи) и т.д. Также в открытом доступе содержится большое количество готовых комплексов легковыполнимых в домашних условиях упражнений [8].

3. Неспособность самостоятельно подобрать упражнения. Первым шагом к правильному выбору упражнений при самостоятельных занятиях является грамотное распределение физических нагрузок с учетом индивидуальных особенностей организма.

Так как дистанционный формат обучения предполагает длительное пребывание тела в сидячем положении, то его негативное влияние в наибольшей степени может отразиться на органах зрения, опорно-двигательном аппарате, мышцах и суставах человека. С целью минимизации данного негативного влияния авторы предлагают практические рекомендации по организации физической активности и поддержанию здорового образа жизни в период дистанционного обучения:

1. Во время дистанционного обучения обучающимся необходимо поддерживать привычный уровень физической активности, чтобы не допустить замедления обменных процессов в организме и тем самым снижения иммунитета. Для поддержания здоровья организма достаточно уделять время физическим нагрузкам средней интенсивности 5 раз в неделю по 30 минут или 3 раза в неделю по 20 минут при интенсивных нагрузках, что в целом способно улучшить общее состояние здоровья студентов.

2. Особое внимание следует уделить следующим типам физических упражнений:

а) с высокой интенсивностью: упражнения на развитие силовых качеств (подтягивания, отжимания), гибкости (повороты корпуса, растяжки, скручивания); упражнения на развитие равновесия и координации движений, выносливости, ловкости и быстроты реакции;

б) с низкой интенсивностью (релаксирующие, расслабляющие): упражнения на расслабление мышц глаз, улучшение мозгового кровообращения, снятие утомления с плечевого пояса, рук и мышц туловища.

3. В период дистанционного обучения при работе за компьютером необходимо соблюдать безопасное расстояние в 35–40 см между монитором и глазами обучающегося. По возможности хотя бы на 1 день в неделю полностью исключить работу за компьютером. Также необходимо выполнять зрительную гимнастику в соответствии с требованиями СанПиН [9].

4. Необходимо отслеживать настроение и сон. Апатия, раздражительность, бессонница могут быть последствиями гиподинамии, в этих случаях необходимо увеличить объем посильной физической нагрузки и отказаться от использования электронных устройств не менее чем за 2 часа до сна.

5. В условиях дистанционного обучения для поддержания жизненных сил организма, помимо физической активности, большое внимание также следует уделить здоровому питанию. Для умственной деятельности полезно употреблять продукты, богатые растительными и животными белками, так как белок необходим для ускорения процессов мышления и повышения умственной деятельности, а также протеин, клетчатку и кальций: это, прежде всего мясо, птица, рыба, молочные продукты, свежие овощи и фрукты. Не следует забывать и о питьевом режиме, больше употреблять натуральных соков, зелёного чая с антиоксидантами, пить чистую воду.

Несмотря на то что дистанционный формат обучения существенно снижает естественный уровень физической активности, в данной статье было продемонстрировано, что самостоятельные занятия физическими упражнениями способны обеспечить студентов не только минимально необходимым, но и достаточным для здорового развития объемом физических нагрузок. Приведенные рекомендации призваны помочь желающим самостоятельно заниматься и преодолевать стоящие перед ними трудности. Кроме того, предложенные методы также могут быть использованы уже начавшими тренироваться учащимися для

повышения эффективности собственных комплексов упражнений. Наконец, данная публикация может послужить источником мотивации для тех, кто еще сомневается в необходимости компенсации потерянной в условиях ДО и самоизоляции физической активности.

Таким образом, в условиях перехода на дистанционное обучение грамотно и правильно подобранные комплексы упражнений с учетом индивидуальных физических нагрузок смогут обеспечить для учащихся полноценный двигательный режим и сохранить физическое здоровье.

Список литературы

1. Беспалова Т.А. Принципы занятий физическими упражнениями: учеб.-метод. пособие для студентов Института физической культуры и спорта. Саратов, 2019. 61 с.

2. Кожуркин А.Н. Теория и методика подтягиваний (части 1–3). [Электронный ресурс]. URL: https://sport.wikireading.ru/6989 (дата обращения: 10.04.2020).

3. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: учебное пособие. М.: Физкультура и спорт, 2011. 543 с.

4. Зайцева И.П. Физическая культура для бакалавров. Критерии оценивания: учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2013. 196 с.

5. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта: учебное пособие для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 480 с.

6. В Минобрнауки оценили переход российских вузов на дистанционное обучение [Электронный ресурс]. URL: https://lenta.ru/news/2020/04/08/students (дата обращения: 10.04.2020).

7. Кочетова С.В., Прянишникова Д.Н. Физическая культура в жизни студента // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 4–1. С. 83–85.

8. Физические упражнения и режимы индивидуальных нагрузок для самостоятельных занятий по развитию выносливости. [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.ru/772440/fizicheskie_uprazhneniya_rezhimy_individualnyh_nagruzok_samostoyatelnyh_zanyatiy_razvitiyu_vynoslivosti#431 (дата обращения: 10.04.2020).

9. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 29.12.2010 № 189 «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Приложение 5. Рекомендуемый комплекс упражнений гимнастики глаз. [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/12183577/cae826fe4c9a66b3489670e2f0677320/ (дата обращения: 07.05.2020).

УДК 372.862:378

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ–ЮРИСТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ ВУЗА К РАБОТЕ В ИНДУСТРИИ 4.0

[1]Митрофанова Т.В., [1]Смирнова Т.Н., [2]Копышева Т.Н., [3]Деревянных Е.А., [3]Максимов А.Н.

[1]ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: mitrofanova_tv@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Чебоксары, e-mail: tn_pavlova@mail.ru;
[3]ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», Чебоксары, e-mail: jane-evgeniya@yandex.ru

Поскольку технологии Industry 4.0 становятся растущей реальностью в современном деловом мире, технологии также неизбежно трансформируют все сегменты правовой экосистемы. Юристы все чаще обращаются к технологиям и используют их для решения бизнес-задач, повышения производительности и удовлетворения потребностей клиентов. Деятельность юристов тесно связана с информацией. Поиск, организация, сортировка, хранение и оценка юридической информации и знаний имеют решающее значение для их профессии. Поэтому важно формировать у них цифровые компетенции еще на младших курсах вузов, так как опыт цифровых навыков необходим для их профессионального развития. В работе рассмотрены возможности формирования цифровой компетентности для будущей работы в Индустрии 4.0 в рамках дисциплины «Информационные и коммуникационные технологии в юриспруденции», изучаемой на первом курсе вуза. Приведена часть примеров заданий, используемая при проведении занятий, для знакомства с технологиями новой цифровой эпохи. Отмечается, что студенты юридического факультета в результате освоения дисциплины на 1 курсе должны получить базовую цифровую компетенцию, включающую в себя знание тонкостей Microsoft Office, облачных хранилищ данных и юридических баз данных. Также важно уделить внимание при обучении вопросам, касающимся применения методов и алгоритмов анализа данных в юриспруденции (LegalTech) и кибербезопасности.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровая компетенция, юристы, обучение, высшее образование, студенты

ON POSSIBILITY OF PREPARING STUDENTS-LAWYERS OF JUNIOR COURSES OF HIGHER EDUCATION FOR WORK IN INDUSTRY 4.0

[1]Mitrofanova T.V., [1]Smirnova T.N., [2]Kopysheva T.N., [3]Derevyannykh E.A., [3]Maksimov A.N.

[1]Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail:mitrofanova_tv@mail.ru;
[2]Chuvash State Pedagogical University named after I.J. Yakovlev, Cheboksary, e-mail: tn_pavlova@mail.ru;
[3]Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, e-mail: jane-evgeniya@yandex.ru

As Industry 4.0 technologies become a growing reality in today ‘s business world, technology will also inevitably transform all segments of the legal ecosystem. Lawyers are increasingly turning to technology and using it to meet business challenges, improve productivity and meet customer needs. The work of lawyers is closely linked to information. Finding, searching, organizing, sorting, storing and evaluating legal information and knowledge are crucial to their profession. Therefore, it is important to form digital competencies in them in junior courses of universities, as experience of digital skills is necessary for their professional development. The work considered possibilities of digital competence formation for future work in Industry 4.0 within the discipline «Information and communication technologies in jurisprudence,» studied at the first year of the university. Some examples of tasks used in classes to get acquainted with technologies of the new digital era are given. It is noted that students of the Faculty of Law as a result of the 1 of discipline in this course should receive basic digital competence, including knowledge of the subtleties of Microsoft Office, cloud data repositories and legal databases. It is also important to pay attention in training to the application of data analysis methods and algorithms in jurisprudence (LegalTech) and cybersecurity.

Keywords: Industry 4.0, digital competence, lawyers, training, higher education, students

Автоматизация и цифровизация изменили способ оказания юридических услуг, в результате чего многие задаются вопросом, как выглядит будущее для юристов и как лучше к нему подготовиться. Юристы будущего должны сочетать глубокое понимание закона с множеством других технических знаний и навыков, чтобы оставаться конкурентоспособными. Новые технологии, такие как искусственный интеллект, Интернет вещей и аналитика больших данных, позволяют формировать новую экономику с новыми типами организаций и инновационными бизнес-моделями [1], называемую Индустрией 4.0. Достижения в области технологий позволяют современному программному обеспечению сканировать юридические документы, оптими-

зировать обмен информацией и находить подходящее дело для юристов. По оценкам консалтинговой фирмы McKinsey, 23% работы, выполняемой юристами, можно автоматизировать с помощью существующих технологий [2]. По мере развития технологий растет и потребность юристов в знании этих технологий, формировании у них цифровой компетенции. Цифровая компетенция (digital competencies) – способность решать разнообразные задачи в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [3]. Проблемы формирования компетентности в области информационных и коммуникационных технологий (ИКТ-компетентности) у будущих юристов на этапе среднего профессионального образования рассмотрены в работе [4]. В статье [5] рассматривается роль информационных технологий в юридической практике, описаны их возможности и сферы применения. Чернышевым П.М. [6] обозначена значимость информационных технологий в юридической деятельности, показано, какие задачи решаются в юридической деятельности посредством информационных технологий. Возможности автоматизации юридической деятельности рассмотрены в работе [7]. Отметим, что в перечисленных выше работах основное внимание уделяется формированию информационно-коммуникационных технологий без реалий новой цифровой эпохи.

Цифровая эпоха меняет модель обучения профессиям от инженерии до гуманитарных наук, и юридическое образование также подвергается изменениям. Целью данного исследования является рассмотрение возможности формирования цифровой компетентности в рамках дисциплины «Информационные и коммуникационные технологии в юриспруденции» с целью подготовки их к работе в Индустрии 4.0.

Материалы и методы исследования

Дисциплина «Информационные и коммуникационные технологии в юриспруденции» изучается на первом курсе юридического факультета в рамках 72 часов. В качестве материалов послужили данные литературных источников, отражающие необходимость перемен, которая поможет будущим выпускникам юридических факультетов работать в условиях Индустрии 4.0. Использованы задания, используемые на практических занятиях по курсу «Информационные и коммуникационные технологии в юриспруденции». При исследовании применялись теоретические методы. Был проведен анализ педагогической и методической литературы, обобщены и систематизированы материалы по формированию цифровой компетенции юристов в условиях Индустрии 4.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Первый этап подготовки юристов нового поколения в вузе связан с занятиями по информатике. Как показывает практика, занятия по дисциплинам, связанным с информационными технологиями, на младших курсах вполне могут помочь начать формировать у студентов цифровую компетентность [8].

Отметим, что под цифровой компетентностью юристов будем понимать совокупность взаимосвязанных знаний, умений и навыков в сфере цифровых технологий, позволяющих обучающемуся интегрироваться в пространство цифровой экономики. Для овладения цифрой компетенцией студенту-юристу необходимо:

1) знать влияние технических характеристик современных цифровых устройств и сервисов на процессы решения юридических задач;

2) уметь осуществлять оценку рисков регуляторного характера, связанных с повсеместным внедрением новых цифровых технологий, уметь работать с правовыми информационными сервисами и базами данных;

3) владеть навыками организации и юридического сопровождения договорной работы, понимания и интерпретации информации, полученной с помощью информационных технологий.

Юристам в процессе работы приходится создавать сложные документы, такие как записки, предложения, контракты, электронные документы. Ежедневная обработка текста для юриста является более сложной задачей, чем для обычного пользователя. MS Word – программа, с которой нужно начинать, потому что подготовка, составление и редактирование документов отнимают значительное количество времени у любого юриста, независимо от области практики. При изучении MS Word студенты научаются владеть навыками организации и юридического сопровождения договорной работы. На занятиях учатся создавать множество однотипных документов на основе постоянной части и изменяемых данных (слияние данных), учатся защищать документ от редактирования и создавать оглавление. При выполнении задания «Таблицы в MS Word» студенты производят простые вычисления в таблицах, знакомятся с конструкцией «If… Then… Else…». Таким образом, при изучении MS Word обучающиеся на началь-

ном уровне знакомятся с программированием, с такими технологиями Индустрии 4.0, как кибербезопасность и интеграция ИТ-систем.

MS Excel можно использовать в качестве базы данных, программного обеспечения для управления контактами, базы данных для выставления счетов, программы для составления календаря или для других юридических целей. Приведем примеры заданий Excel, применимых для студентов юридического факультета. Во время выполнения заданий обучающие овладеют навыками организации и юридического сопровождения договорной работы, понимания и интерпретации информации, полученной с помощью информационных технологий.

Excel может помочь с распространенными задачами в судебном процессе – составлением календаря и расчетом сроков дела. Для установления междисциплинарных связей можно рассмотреть задачу из зарубежной практики: если срок подачи ходатайства о вынесении решения в порядке упрощенного производства составляет 70 дней до начала слушания, как рассчитывать его с датой слушания 17 июля 2015 г., если вам также придется добавить 5 дней для отправки по почте? Во время решения данной задачи студенты учатся пользоваться формулами Excel и форматированием в Excel. В ячейку A1 вводится: 17.07.2015, в ячейку вводится: 5, в ячейку C1 вводится: = A1-70-B1. Ответ представлен на рис. 1.

	A	B
1	17.07.2015	
2	5	
3	2015, 03 мая	
4		
5		

Рис. 1. Пример выполненного задания «Использование Excel как календаря судебных дел»

Для знакомства с функциями Excel приводится следующий пример: если вы хотите вычислить, когда запросы, которые вы только что отправили, должны пройти, если это 30 дней с сегодняшнего дня плюс 5 дней для почтовой связи? При решении этой задачи используется функция СЕГОДНЯ().

Excel можно применить для составления таблицы возмещения ущерба по различным видам судебных исков. Например, Excel идеально подходит для дел с участием нескольких истцов или в случаях, когда в окончательных расчетах учитываются многочисленные позиции ущерба или размер ущерба может изменяться в зависимости от таких факторов, как начисление гонораров адвоката, течение времени или процентные ставки. Кроме того, добавив столбец вероятности к каждой строке в расчете суммы судебного производства, можно создать мощный калькулятор для расчета каждого дела. Для истца ожидаемая стоимость с учетом шансов на успех и денежных убытков показывает потенциал дела. Для ответчика эти данные раскрывают потенциальную ответственность.

Для знакомства с фильтрами, сводными таблицами и промежуточными итогами в рамках работы юристов в Индустрии 4.0 можно предложить задачу анализа журнала безопасности информационной системы (отфильтровать документы конкретного года, отсортировать события по уровню привилегий, сколько файлов каждого типа в журнале и др.).

Умение осуществлять оценку рисков регуляторного характера, связанных с повсеместным внедрением новых цифровых технологий, и умение работать с правовыми информационными сервисами и базами данных студенты получают при изучении темы «LegalTech». LegalTech (сокращ. от англ. legal technology) – это разнообразные платформы, программы, продукты и инструменты, специально разработанные для упрощения и оптимизации процессов, составляющих профессиональную деятельность юристов [9]. Наиболее очевидным отечественным примером LegalTech, являются сервисы известных справочно-правовых систем, предлагающих проверку контрагентов (сервис «Экспресс Проверка контрагентов» от СПС «Гарант»), составление проектов договоров (сервис «Конструктор договоров» от СПС «Консультант Плюс»), подбор судебной практики по конкретному делу (сервис «Сутяжник» от СПС «Гарант») и т.д.

Система «Сутяжник» – автоматизированный сервис по подбору судебной практики на основе имеющихся документов. Достаточно загрузить текст в сервис, и он найдет решения первой инстанции судов общей юрисдикции или арбитражных судов, которые наиболее близки проблематике, изложенной в документе. При изучении робота-помощника для юриста «Сутяжник» студенты получают сведения о таких технологиях Индустрии 4.0, как анализ больших данных, роботизация, искусственный интеллект.

При изучении темы «Облачные вычисления» обучающиеся узнают влияние технических характеристик современных цифровых устройств и сервисов на процессы решения юридических задач. Облачные

вычисления – это термин, используемый для описания внешнего хранилища или программного обеспечения как службы, которая использует подключение к Интернету для доступа к своим преимуществам. Другими словами, вместо того чтобы храниться на локальном компьютере или сервере, данные хранятся на удаленном сервере. Облако имеет большое значение для адвокатов, поскольку оно предоставляет недорогие возможности хранения, работы в Сети и совместной работы, а также резервное копирование файлов за пределы персонального компьютера. Вместо того чтобы покупать дорогой сервер и устанавливать локальную сеть, можно обмениваться файлами через облачное хранилище данных. Рассмотрим примеры наиболее популярных облачных хранилищ данных (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение облачных хранилищ

	Размер	Microsoft Office Online
Google Диск	15 ГБ	есть
Яндекс.Диск	10 ГБ	есть
Облако Mail.ru	8 ГБ	есть

Система дистанционного обучения работе со справочно-правовыми системами (рис. 2) построена таким образом, что студенты должны загружать выполненные задания в виде отчетов. Отчет представляет собой документ Word или pdf-файл и включает в себя ответ на вопрос и скриншот ответа, найденного в справочно-правовой системе. Итоговое тестирование – это дистанционное тестирование на сайтах компаний «КонсультантПлюс» и «Гарант» с возможностью получения учебного сертификата.

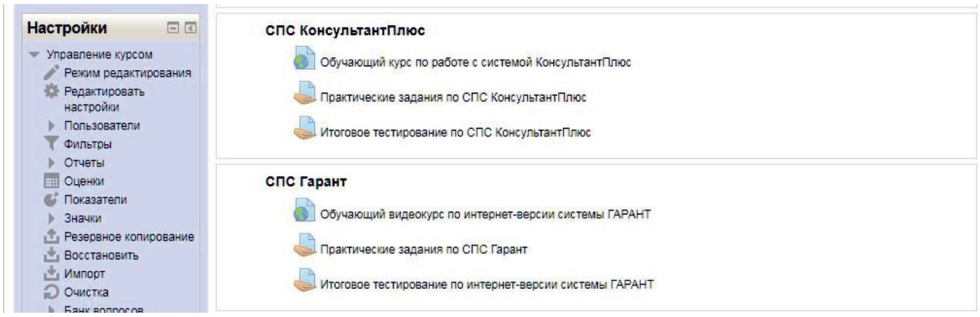


Рис. 2. Структура обучения работе со справочно-правовыми системами в системе дистанционного обучения Moodle

Таблица 2

Индикаторы достижения студентом цифровой компетенции для работы в Индустрии 4.0

Индикатор	Школа оценки (от 1 до 5)
Применяет / отключает изменения и комментарии в тексте	
Умеет вырезать и вставить текст, заменить текст	
Умеет изменять формат текста	
Пользуется колонтитулами, гиперссылками	
Применяет / изменяет стиль	
Вставляет / обновляет перекрестные ссылки	
Вставляет разрыв страницы, неразрывный пробел	
Очищает свойства документа	
Создает документ сравнения	
Копирует / переименовывает лист в электронных таблицах	
Вставляет столбец, изменяет ширину столбца формата	
Сортирует данные в электронных таблицах	
Фильтрует данные в электронных таблицах	
Производит вычисления в электронных таблицах с помощью формул и функций	
Владеет навыками построения диаграмм	
Умеет пользоваться промежуточными итогами и сводной таблицей	
Подготавливает документы к печати (предварительный просмотр)	
Знает основные преимущества и риски, связанные с облачными вычислениями	
Объясняет принципы работы робота-помощника «Сутяжник»	
Может назвать последние технологические достижения (криптовалюта, блокчейн, интеллектуальный анализ данных, 5G, дополненная реальность и пр.)	

Отметим, что у системы Moodle есть ограничения по размеру прикрепляемых файлов (до 1 Мбайта). В данном случае студентов можно познакомить и научить работе с облачными хранилищами данных, описанными в табл. 1, и с рисками при их использовании в работе юриста. Прежде чем углубиться в проблемы безопасности, связанные с облачными вычислениями, важно признать, что ни один тип системы хранения данных не является безопасным. Меры по защите данных обычно объясняются в политике конфиденциальности и условиях обслуживания, а также в отдельных контрактах между поставщиком и пользователем.

Описанные выше особенности содержания дисциплины позволяют выявить индикаторы достижения цифровой компетенции для работы в Индустрии 4.0 (табл. 2).

Уровни достижения цифровой компетенции для работы в Индустрии 4.0: низкий (0–49 баллов), средний (50–79 баллов), высокий (80–100 баллов).

Выводы

Юристы в Индустрии 4.0 должны сочетать глубокое понимание закона с множеством других технических знаний и навыков, чтобы оставаться конкурентоспособными. Отмечая важность технологий, на юридическом факультете важно формировать учебную программу по дисциплине «Информационные и коммуникационные технологии в юриспруденции» с учетом будущей работы студентов в новой цифровой эпохе. Среднестатистическому студенту юридического факультета, который хочет продвинуться в этой технологической среде, необходимо знать все тонкости Microsoft Office, облачных хранилищ данных и юридических баз данных, быть активным и непредвзятым в отношении технологий. Правовой ландшафт меняется в ответ на рост технологий XXI века. Наличие некоторой базовой цифровой компетенции будет иметь большое значение при устройстве на работу.

Список литературы

1. Волик М.В. Цифровая экономика и информационные технологии в управлении компаниями // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2018. № 6 (103). С. 173–175.

2. Зикеев В. Цифровизация юридической профессии, или Юриспруденция эпохи миллениалов // Закон.ру. 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://zakon.ru/blog/2018/8/2/cifrovizaciya_yuridicheskoj_professii_ili_yurisprudenciya_epohi_millenialov (дата обращения: 11.03.2020).

3. Обучение цифровым навыкам: модели цифровых компетенций // ТЦ Компетенции. 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://obzory.hr-media.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika (дата обращения: 11.03.2020).

4. Таерова И. А. Структура ИКТ-компетентности будущих юристов // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2016. № 3 (91). С. 170–175.

5. Лейтнер О.Г., Селиверстова М.В. Роль информационно-коммуникационных технологий в юридической практике // Вестник СМУС74. 2017. № 2 (17). [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-yuridicheskoy-praktike (дата обращения: 11.03.2020).

6. Чернышев П.М. Информационные технологии в юридической деятельности // Марийский юридический вестник. 2016. № 3 (18). [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-yuridicheskoy-deyatelnosti (дата обращения: 11.03.2020).

7. Митин А.Н. О процессах внедрения в юриспруденцию новых информационных технологий // Российское право: Образование. Практика. Наука. 2019. № 3 (111). [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-protsessah-vnedreniya-v-yurisprudentsiyu-novyh-informatsionnyh-tehnologiy (дата обращения: 07.03.2020).

8. Храмцова Н.Г., Майборода Т.Ю. Подходы к развитию цифровых компетенций студентов юридических вузов // Перспективы науки и образования. 2019. № 1 (37). С. 80–93. DOI: 10.32744/pse.2019.1.6.

9. Рожкова М.А. LegalTech и LawTech – что это такое и в чем их значимость для права? // Закон.ру. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://zakon.ru/blog/2020/02/14/legaltech_i_lawtech_-%C2%A0chto_eto_takoe_i_v_chem_ih_znachimost_dlya_prava (дата обращения: 07.03.2020).

УДК 378.147

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ АНАЛИТИКО-ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМАТЕ ХАКАТОНА ПО РАЗРАБОТКЕ СОЦИООРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ СТУДЕНТАМИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Богданова Е.П., Бурлева Л.Г.

ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: geograf@kgsu.ru

Профессиональное обучение в современный период должно быть ориентировано в том числе и на закрепление будущего профессионала в родной стране и собственном регионе. В этом плане актуальным направлением модернизации методики естественно-научного образования является подготовка и включение студентов в активную аналитико-проектную деятельность по разработке и реализации природоориентированных и в то же время социально значимых проектов с целью формирования их гражданской идентичности. В процессе исследования научной группой разработан и апробирован в студенческой среде единый алгоритм обучения и осуществления аналитико-проектной деятельности бакалаврами. В основу его формы заложен новый формат – хакатон (от англ. hackathon) – как форум для разработчиков. Преимуществом хакатонов является формат форума (мероприятия), объединяющего разных специалистов во временные коллективы, которые сообща решают какую-либо проблему. Аналогичную ситуацию можно создать при формировании команды студентов, каждый член которой «выполняет» определенные ролевые функции в зависимости от поставленной проблемы. Деятельность студентов становится более значимой для них самих, когда результаты деятельности являются общественно значимыми. Разработанный алгоритм аналитико-проектной деятельности включается в учебную, научно-исследовательскую и общественную деятельность при подготовке студентов к профессиональной деятельности. Об успешности технологии аналитико-проектной деятельности в обучении студентов свидетельствуют результаты исследования их готовности к решению социоориентированных задач (3–4 курсы обучения), проанализированные с 2015 по 2019 гг.

Ключевые слова: аналитико-проектная деятельность, социоориентированные продукты проектирования, методика нового формата

METHODOLOGY OF ORGANIZING ANALYTICAL-PROJECT ACTIVITY IN THE HACKATON FORM FOR THE DEVELOPMENT OF SOCIALLY-ORIENTED PRODUCTS BY STUDENTS OF NATURAL SCIENTIFIC DIRECTIONS

Nesgovorova N.P., Savelyev V.G., Bogdanova E.P., Burleva L.G.

Kurgan State University, Kurgan, e-mail: geograf@kgsu.ru

Vocational training in the modern period should be oriented, inter alia, to consolidate the future professional in his native country and his own region. In this regard, the actual direction of modernization of the methods of science education is the preparation and inclusion of students in active analytical and design activities for the development and implementation of nature-oriented and at the same time, socially significant projects with the aim of forming their civic identity. In the process of research, the scientific group developed and tested in the student environment a unified algorithm for teaching and carrying out analytical and design activities by bachelors. The basis of its form is a new format – the hackathon (from the English hackathon) – as a forum for developers. The advantage of the hackathons is the format of the forum (event), uniting various specialists in temporary teams that together solve a problem. A similar situation can be created when forming a team of students, each member of which «performs» certain role functions depending on the problem posed. Students' activities become more significant for themselves when the results of their activities are socially significant. The developed algorithm of analytical and design activities is included in educational, research and social activities in preparing students for professional activities. The success of the technology of analytical and design activities in teaching students is evidenced by the results of a study of their readiness to solve socio-oriented problems (3-4 courses of study), analyzed from 2015 to 2019.

Keywords: analytical and design activities, socioriented design products, new format methodology

Проектная деятельность как предмет исследования и метод обучения достаточно хорошо знакома ученым и педагогам-практикам, казалось бы, нельзя ничего нового внести в нее, однако до сих пор любой педагог-практик, организуя ее, сталкивается с огромными трудностями, в первую очередь методического характера. Сложности возникают не только в реализации алгоритма проектной деятельности, зачастую они заложены уже в самой сути – какова цель данной деятельности в данный момент с позиции педагога, а в большей степени – с позиции обучающихся?

Социально ориентированная проектная деятельность в основном реализуется за рамками формального образования (образования, связанного с освоением профессии) и базируется на интересе, объединяющем ее участников.

Актуальность исследования определяется необходимостью формирования мотивации участия студентов в учебной, научно-исследовательской и общественной деятельности в рамках образовательной среды подготовки к профессиональной деятельности, формирования их гражданственности.

Объединение формального (профессионального) образования с неформальным (носящим воспитывающе-развивающий характер и нацеленным на «создание» личности будущего участника профессиональной деятельности) может стать значимым инструментом в формировании его гражданской идентичности. О ней только сейчас начинают вспоминать как о единожды утраченном значимом компоненте личности члена социума.

В качестве не менее значимого инструмента можно использовать и значимость продуктов деятельности студентов для общества. Деятельность студентов становится значима для них самих и для общества, когда результаты деятельности являются общественно значимыми.

Цель статьи: провести теоретическое обоснование организации аналитико-проектной социально направленной деятельности и подготовки к ней студентов-естественников, показать алгоритм ее реализации в новом формате и результаты его внедрения.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования послужили педагогические подходы и принципы, обоснованные в трудах: Б.Ф. Ломова [1] (системный), И.Ф. Исаева [2] (аксиологический), Н.А. Алексеева [3] (личностно-деятельностный), А.В. Хуторского [4] (метапредметный), О.П. Мелеховой [5] (компетентностный), А.С. Шарова, Д.А. Шарова [6] (рефлексивный). На научно-методическом уровне основой послужили положения теории проектирования (Л.В. Львова [7] и др.).

В исследовании использованы теоретические методы: анализа (теоретико-методологического, понятийно-терминологического), синтеза и обобщения, моделирования, проектирования и прогнозирования; эмпирические методы: изучения нормативных, методических документов в области высшего образования, обобщения опыта и массовой практики обучения студентов естественно-научных направлений подготовки, наблюдения, методы педагогической диагностики, статистические методы обработки результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенный анализ трудов ученых позволил подтвердить имеющиеся предположения о том, что психологами и педагогами (Н.Д. Андреевой [8], В.И. Пановым [9], Н.С. Пурышевой [10] и другими) проведен совместный поиск методологических оснований модернизации сложившейся системы естественно-научной подготовки студентов. Актуальным направлением модернизации методики естественно-научного образования является включение студентов в аналитико-проектную деятельность по разработке и реализации социально значимых проектов. Теоретические и методические аспекты обучения студентов проектной деятельности разработаны Н.П. Несговоровой [11].

Если под проектом понимать комплексную задачу, решение которой осуществляется с учетом социокультурного контекста рассматриваемой проблемы и в которой взаимодействуют и взаимодополняют друг друга социокультурные, психолого-педагогические, технико-технологические и организационно-управленческие аспекты, то логично заключить, что проектная деятельность – это процесс создания проекта, прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния [12] и его реализации [13].

Любая деятельность, в том числе и проектная, может быть подчинена определенному алгоритму, начало которому лежит в плоскости сбора фактов и их анализа, то есть аналитической деятельности. Основная сущность аналитической деятельности, как одной из областей человеческого мышления, состоит в смысловой обработке информации для выработки качественно новых знаний и подготовки основы для принятия оптимальных решений. Скорее всего, поэтому Р. Акофф рассматривает аналитическую деятельность как специфическую деятельность, направленную на решение проблем. Исходя из значимости анализа в любой креативной деятельности, правомерно деятельность по анализу выделить в отдельный вид деятельности [14]. Поэтому, исходя из значимости аналитической деятельности и для ее подчеркивания, в деятельности, в том числе и по проектированию, правомерно выделить ее отдельной гранью.

Так как в нашей технологии выделены две грани – аналитическая и проектная деятельности, считаем правомерным поступить аналогичным образом и назвать продукт объединения аналитико-проектной деятельностью, которая в рассматриваемой технологии будет иметь социальную направленность. Следовательно, под аналитико-проектной деятельностью в адрес социума необходимо понимать деятельность, в процессе которой проводится анализ вариантов решения с одной стороны природоориентированных (природа – предмет будущей профессиональной деятельности выпускника естественно-научных направлений) и в то же время социально значимых проблем, разрабатывается и реа-

лизуется проект создания социоориентированных продуктов.

В процессе исследования научной группой разработан и апробирован в студенческой среде единый алгоритм обучения аналитико-проектной деятельности и использования его бакалаврами естественно-научных направлений в процессе подготовки к профессиональной деятельности. В основу его формы заложен формат хакатона (от англ. hackathon) – как форума для разработчиков [15]. Хотя задачей данного форума является создание программного обеспечения, однако данный формат, как мы считаем, можно использовать в образовательных целях для разработки социального продукта студентами бакалавриата естественно-научных направлений обучения.

Преимуществом хакатонов является формат форума (мероприятия), объединяющего разных специалистов во временные коллективы – команды, которые сообща решают какую-либо проблему. Аналогичную ситуацию можно создать при комплектовании команды студентов, каждый член которой «выполняет» определенные ролевые функции в зависимости от поставленной проблемы. В хакатоне могут участвовать группы разных курсов (или смешанные), одного или разных направлений подготовки. Руководит работой команд опытный ведущий, который параллельно выполняет функцию независимого эксперта. Каждой группе назначается опытный наставник, который следит за деятельностью команды.

Алгоритм и методика организации хакатона

Основная цель – выработка новых идей, воплощаемых в социально значимых продуктах естественно-научной направленности на объектах природного происхождения, связанных с их охраной, сохранением, использованием, восстановлением.

Проблемное поле включает (может включать) одну или несколько областей знаний (например, экология, климатология и медицина, география и науки о космосе, физика и агрономия, другие), преобразованных в единое целое.

Основная форма – временные творческие коллективы, созданные из студентов разных курсов (1–4 курсы), направлений обучения (экологи, биологи, химики, физики).

Форма организации деятельности в коллективе – аналитико-проективная.

Состав участников – коллективы от 3 до 10 человек.

Место проведения – территории для работы как в аудиторных условиях, так и в природных сообществах (охраняемых территориях – памятниках природы, заказниках), социоприродных объектах (зонах отдыха, курортных зонах региона, парках, городских садах).

Продолжительность – от нескольких часов до нескольких дней, в зависимости от места, времени и целей проведения.

Структура мероприятия – четко выделенные временные этапы.

Результат – природоориентированный общественно значимый продукт (как объект деятельности), природосоциозначимые мотивации и ценностные ориентации личности субъектов, будущих профессионалов.

Этапы проведения работы

Аналитический период деятельности. Первый этап – *пропедевтический*. На данном этапе осуществляется формирование интереса, мотивации к участию в аналитико-проектной деятельности. В этом большую роль играет столкновение студента с жизненно важной проблемой, имеющей как повседневный, так и временный характер (например, гололед в зимнее время, весенние лесные пожары в пригородной зоне, вызывающие задымление либо угрозу населенному пункту, весеннее половодье, благоустройство дворов, другие). Данные ситуации в реальной жизни создают какие-либо неудобства, трудности, относящиеся к месту жительства студентов, городу, региону, в котором они проживают, требуют активного поиска путей решения проблемы. Следует руководствоваться принципом – интересна только значимая работа, которая требует постоянного напряжения в поиске решения, результат которой будет иметь природо-социальную значимость. Преодоление трудностей в деятельности – важнейшее условие возникновения интереса к ней, а значимость работы – инструмент формирования мотивации к ее выполнению.

Второй этап – *аналитико-пропедевтический*. Его основная задача состоит в проведении анализа сформулированных проблем, в в*ыявлении в* процессе дискуссии на основе имеющегося багажа знаний и анализа материалов из различных источников информации *наиболее значимых*. В процессе «мозгового штурма» формулируются проблемы для каждой команды. Данная работа может быть организована либо в рамках освоения дисциплин (как блока ГСЭ, так и блока профессиональной направленности), либо в рамках одного направления подготовки. В случае создания *метанаправленных* команд из студентов разных направлений подготовки большую роль могут сыграть дисциплины элективной направленности, например такая дисциплина, как регионоведение, имеющая региональную направ-

ленность, с одной стороны, и достаточно востребованная среди студентов разных направлений профессиональной естественнонаучной подготовки.

Третий этап – *анализ проблем*, он предусматривает разбивку принятой для работы командой проблемы на части и их анализ с использованием трех методов:

а) применение системно-структурного анализа для выделения элементов в будущей сложной системе на основе соотношения целого и части. Данный прием способствует уточнению рамок системы. Как научный метод познания, системно-структурный анализ способствует установлению структурных связей между элементами исследуемой системы, как постоянными, так и переменными. Для проведения системно-структурного анализа студенту необходимо владеть комплексом общенаучных, экспериментальных, естественно-научных, статистических и математических методов, которые они усваивают в процессе обучения на 1–3 курсах;

б) применение структурно-функционального анализа, позволяющего выявить связи между элементами в сложной системе. Объектом рассмотрения являются процессы функционирования объекта и его структура, внутренние характеристики. Если под функцией понимать способность к определенному действию, то разделение системы на элементы будет способствовать выделению основных, которые будут определять сущностные характеристики системы, и вспомогательных, которыми можно пренебречь.

Данный подход будет ориентировать на раскрытие целостности проектируемого объекта, выявление разнообразных связей, как внутренних, так и внешних, сведение в единую картину всех знаний об исследуемом объекте при сочетании взаимодополняющих друг друга методов: *компонентного анализа*, способствующего выявлению состава системы, наличия подсистем и надсистемы; *структурного*, рассматривающего взаимное расположение подсистем в пространстве и во времени, связей между ними; *функционального*, отражающего функциональное назначение и особенности системы, а также взаимодействие её подсистем; *генетического*, опирающегося на рассмотрение становления системы, последовательность её развития, перспективы замены одной системы другой;

в) применение анализа внешнесредового воздействия на элементы выстраиваемой системы. Он способствует выявлению суммы факторов и того, что не только система в целом, но и ее части подвергаются внешнему воздействию. Анализ внешней среды служит инструментом, при помощи которого выявляются и берутся под контроль внешние по отношению к рассматриваемой системе факторы с целью предвидеть потенциальные угрозы и вновь открывающиеся возможности.

Проектный период. Первый этап – *формулирование темы будущего проекта*. Для этого можно использовать прием «Уточнение темы путем отбора значимых вопросов» *с* последующей группировкой, которая может позволить определить рамки рассмотрения проблемы по областям знаний, содержанию деятельности. Прием реализуется в два этапа: 1) путем постановки вопросов в группах и индивидуально, 2) ранжирование вопросов по различным аспектам, областям и направлениям деятельности (например, экологическая, социальная, экономическая). Преобладание одной из областей или их сочетание выявит преобладающие интересы группы.

Второй этап. *Выдвижение гипотез*, в котором используем два типа гипотез – задачного типа и идейные гипотезы. Идейная гипотеза, в отличие от задачного типа, позволяет выдвинуть совокупности идей, не требующих экспериментальной проверки. Она предполагает сбор фактов, подтверждающих ее положения. Такие гипотезы правомочны в ситуации невозможности осуществить какое-либо сложное исследование вследствие отсутствия необходимых знаний, навыков, материального обеспечения в данный период.

Третий этап. *Моделирование*, в процессе которого разрабатывается модель внутренней структуры изучаемого явления (процесса, предмета) и построение его графической модели («графа», либо других форм); определяются внешние средовые факторы (с использованием, например, модели черного ящика); строится обобщенная модель. Данный процесс достаточно сложен и требует значительных усилий, особенно в период создания обобщенной модели, в которой, как в зеркале, должен быть представлен будущий результат деятельности. Работа связана с использованием программного обеспечения, ГИС- и прочих технологий.

Период планирования – составление плана обоснования верифицированности разработанной модели. На данном этапе применяется метод обсуждения. На основе обсуждения элементов модели внутренней структуры, их связей и внешнего средового воздействия формулируется основная сущность плана. В рамках этапа можно выделить следующие шаги:

– первый – *приведение аргументов к обоснованию плана деятельности и возможных препятствий к его выполнению*. Обсуждаются и формулируются положения

негативного влияния внешней среды на элементы системы и положения положительного влияния внешней среды на элементы системы и ее устойчивость;

– второй – *сбор фактов в пользу выдвинутых позиций плана* из различных источников, путем поиска информации в другой научной области, например в разделах истории, философии, химии, биологии, географии, физики, для доказательства междисциплинарности проблемы.

На основе приведенных аргументов и фактов выстраивается план действий с учетом возможных препятствий и рисков. Только в процессе реализации плана верифицируется модель будущего результата проектирования.

Практико-ориентированный период. Первый этап. *Реализация деятельности* (ход деятельности) – воспроизводство разработанной модели в реальном продукте. При решении практической задачи студент как субъект добивается изменения объекта своего действия. Результатом такого действия становится некоторый измененный объект. Поэтому при решении поставленных задач студент своими действиями осуществляет не только изменения в объектах, но и в собственных представлениях о нем.

Его результатом являются изменения в самом действующем субъекте, появляются новые знания, формируются навыки и, что является не менее ценным в готовности к профессиональной деятельности и жизни в социуме, – комплекс социально ценных и профессионально значимых мотиваций и ценностных ориентаций деятельности и поведения.

Второй этап. *Подведение итогов*. Включает в себя афиширование результатов деятельности, их обсуждение, подведение итогов – формулирование выводов о соответствии результата деятельности его цели и оценка деятельности студентов преподавателями-экспертами – является ли продукт деятельности общественно значимым?

Третий этап. *Рефлексия*, она заключается в выявлении отношения студентов к деятельности и к собственному участию в ней, а также общего психологического состояния по завершении деятельности.

Разработанный алгоритм аналитико-проектной образовательной деятельности (в формате хакатона) и подготовки к ней внедряется в учебную, научно-исследовательскую и общественную деятельность при профессиональной подготовке студентов-экологов и других естественно-научных направлений.

В учебной деятельности бакалавров теоретический этап включен в тематику семинарских занятий, а практический по реализации плана – в лабораторные практикумы, учебные и производственные практики. Результатом применения разработанного алгоритма в рамках лабораторных практикумов является создание таких общественно значимых продуктов, как: а) оценка качества воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения для населения, б) оценка плодородия почв дачных участков, придомовых территорий и др.

В учебных практиках – это проведение комплексной оценки дворовых территорий и целых микрорайонов с целью включения разработанных проектов в программу «Комфортная городская среда», составление флористического списка растений общественно значимых территорий, съемка местности для разработки проекта благоустройства территории либо создания эколого-рекреационных маршрутов в городской среде. В производственных практиках таким результатом (общественно значимым продуктом) является, например, оценка параметров микроклимата на предприятии, оценка почвенного покрова природных заказников, оценка растительности в заказниках и др.

Аналитико-проектная деятельность в научно-исследовательской работе включена в опытно-экспериментальную работу, которая организуется в процессе лабораторных практикумов, профильных производственных и преддипломных практик. Данная деятельность позволяет проводить мониторинг (наблюдение, анализ, оценку и прогноз) за природными объектами, разрабатывать на его основе проекты, значимые для общества.

Основная тематика выпускных квалификационных работ, как правило, носит комплексный характер при разработке дизайн-проектов благоустройства дворовых территорий, разработке эколого-оздоровительного маршрута в городской черте, выявлении влияния рубок осветления на динамику железа в почвах государственного заказника, влияния шумов, образующихся в процессе разного вида рубок, на обитателей лесных сообществ, влияния производственных шумов на самочувствие человека и др., при этом имея четко выраженный социально значимый результат (рис. 1).

Выявлено, что начиная с 2015 г. наблюдается рост количества выпускных квалификационных работ, выполненных по заявкам предприятий или организаций. Выявлен последовательный рост значимости для общества разрабатываемых студентами проектов, появления устойчивой мотивации и желания реализации себя в профессии в рамках региона проживания.

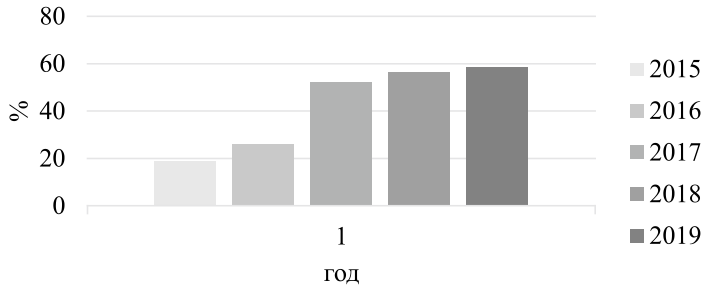


Рис. 1. Количество выпускных квалификационных работ, выполненных по заявкам предприятий (организаций)

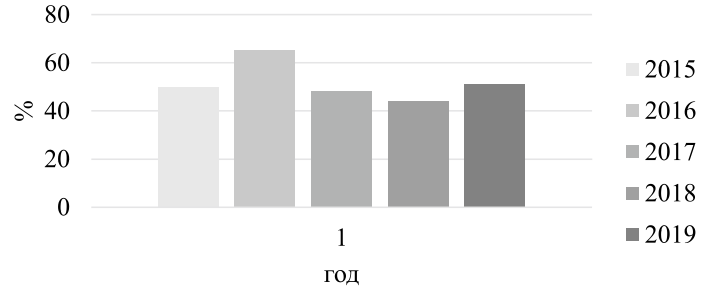


Рис. 2. Готовность бакалавров к выполнению социоориентированных проектов

Чаще всего аналитико-проектная деятельность студентов естественно-научных направлений связана с экспериментом, мониторингом состояния окружающей природной среды и здоровья населения, с презентацией полученных продуктов на научных семинарах и конференциях.

Готовность к выполнению социоориентированных проектов оценивается по активности студентов в самостоятельном выделении социально значимой проблемы и разработке проекта ее решения. К данному виду деятельности готовы более 50% студентов, что указывает на достаточно высокую успешность разработанной технологии (рис. 2).

Аналитико-проектный компонент *общественной*, чаще всего волонтерской, деятельности направлен на помощь нуждающимся. Такая деятельность связана с экологическими акциями, десантами, отличается студенческим самоуправлением, социальной направленностью проекта. Данная деятельность может осуществляться как в рамках полевых практик, так и в свободное от занятий время.

В целом аналитико-проектная деятельность способствует становлению культуры, в том числе экологической, у молодого поколения в процессе развития сознания, освоения экологических, социальных ценностей и формирования практических умений социоприродоохранной деятельности.

В то же время природоориентированная профессионально направленная, носящая высокую долю социальной ориентации аналитико-проектная деятельность способствует формированию гражданской идентичности студентов.

В целом включение студентов в аналитико-проектную деятельность является эффективной технологией.

Заключение

1. Исходя из значимости аналитической деятельности, правомерно выделить ее отдельной гранью деятельности по созданию общественно значимых продуктов. Объединяя ее в единый комплекс с проектной деятельностью, считаем правомерным назвать продукт объединения аналитико-проектной деятельностью.

2. В процессе исследования выявлено и теоретически обосновано, что под аналитико-проектной деятельностью в адрес социума необходимо понимать комплексную профессионально направленную на природные объекты деятельность, в процессе которой разрабатывается и реализуется проект создания социоориентированных продуктов.

3. В процессе исследования научной группой разработан и апробирован в студенческой среде единый алгоритм обучения аналитико-проектной деятельности и использования его бакалаврами естествен-

но-научных направлений в процессе подготовки к профессиональной деятельности в формате хакатона – совместной коллективной деятельности групп студентов разных курсов (одного направления подготовки) и метанаправленных групп из студентов разных направлений подготовки.

4. Обучение студентов естественно-научных направлений аналитико-проектной деятельности и ее реализация может осуществляться в образовательной среде профессиональной подготовки и являться технологией учебной, научно-исследовательской и общественно направленной деятельности.

Список литературы

1. Барабанщиков В.А., Ломов Б.Ф. Системный подход к исследованию психики // Психологический журнал. 2009. Т. 23. № 4. С. 27.

2. Исаев И.Ф., Ерошенкова Е.И. Векторы развития современного воспитания: от осознания цели к профессионально-педагогической культуре учителя // Воспитание школьников. 2016. № 9–10. С. 3–9.

3. Алексеев Н.А. Психологические условия и механизмы активности субъекта учения // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2015. № 10. С. 104–108.

4. Хуторской А.В. Педагогические проблемы учителей // Вестник Института образования человека. 2019. № 2. С. 12.

5. Мелехова О.П. О естественно-научном образовании «для всех» // Актуальные проблемы естественно-научного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. 2016. Т. 2. № 2. С. 251–255.

6. Шаров А.С., Шаров Д.А. Рефлексивный подход в обучении информатике. Омск: ОмГПУ, 2007. 201 с.

7. Львов Л.В. Проектирование образовательной системы на основе принципа «теория-практика-теория» // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2010. № 1. С. 53–58.

8. Андреева Н.Д., Малиновская Н.В., Стрельцов А.Н. Особенности содержания подготовки педагога в области дополнительного экологического образования // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2018. № 190. С. 141–148.

9. Панов В.И. Напряженность образовательной среды в контексте субъект-средовых взаимодействий // Научное мнение. 2018. № 1. С. 48–56.

10. Пурышева Н.С., Разумовская И.В. Эволюционно-синергетический подход как основа интегрированных естественно-научных курсов // Физика в школе. 2018. № S2. С. 94–99.

11. Несговорова Н.П. Подготовка к эколого-педагогической деятельности и ее проектированию в системе непрерывного профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=18065 (дата обращения: 25.04.2020).

12. Несговорова Н.П., Савельев В.Г. Основы системного анализа и моделирования экологических систем. Курган: Курганский гос. ун-т, 2014. 234 с.

13. Богданова Е.П., Несговорова Н.П., Савельев В.Г. Конструктивная деятельность обучающихся на занятиях по экологической безопасности // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 10. С. 90–94.

14. Акофф Р. Искусство решения проблем. М.: Мир, 1982. 224 с.

15. Иркова Ю.А., Финков М.В. Хакатон как формат проектной деятельности, интегрированный в образовательный процесс университета: материалы XII Международной научно-практической конференции (Пенза, 30 августа 2017 г.). Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение», 2017. С. 77–80.

УДК 378

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОУРОВНЕВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Остапенко Н.А.

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

В статье рассматриваются особенности адаптации студентов-первокурсников в условиях многоуровневого образовательного комплекса. Представлена характеристика особенностей многоуровневого образовательного комплекса и его роль в успешной адаптации студентов-первокурсников. Освещаются результаты исследования адаптации студентов первого курса Пензенского государственного технологического университета (ПензГТУ), представляющего собой многоуровневый образовательный комплекс. Результаты диагностики адаптации студентов-первокурсников, окончивших обучение в Технологическом колледже (структурное подразделение ПензГТУ) по программе среднего профессионального образования и решивших продолжить обучение на уровне высшего образования, свидетельствуют об адаптивной роли образовательной среды многоуровневой образовательной организации. Для повышения уровня адаптированности студентов-первокурсников в ПензГТУ разработана программа, реализуемая в образовательном процессе колледжа и вуза. Осуществление программы педагогического обеспечения адаптации студентов-первокурсников на уровне СПО и ВО, в рамках многоуровневого образовательного комплекса, предусматривает последовательное прохождение диагностического, созидательно-преобразующего и оценочно-анализирующего этапов. Реализация программы сопровождается проведением комплекса мероприятий, направленных на повышение адаптированности студентов-первокурсников уровней СПО (колледж) и ВО (вуз) как структурных подразделений многоуровневого образовательного комплекса. Учет в ходе педагогического обеспечения адаптации студентов-первокурсников специфики многоуровневого образовательного комплекса позволит интенсифицировать процесс и будет способствовать формированию предпосылок для эффективной подготовки будущих профессиональных кадров.

Ключевые слова: адаптация, многоуровневый образовательный комплекс, образовательный процесс, педагогическое обеспечение, студент, колледж, высшая школа

FIRST-YEAR STUDENTS ADAPTATION IN THE MULTILEVEL EDUCATIONAL COMPLEX AS THE PEDAGOGICAL PROBLEM

Ostapenko N.A.

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

The article discusses the features of adaptation of first-year students in a multilevel educational complex. The characteristic of the features of a multi-level educational complex and its role in the successful adaptation of first-year students is presented. The results of the study of the adaptation of first-year students of the Penza State Technological University (PenzGTU), which is a multi-level educational complex, are highlighted. The results of the adaptation diagnostics of first-year students who completed their studies at the Technological College (structural unit of PenzGTU) under the secondary vocational education program and decided to continue their education at the higher education level, testify to the adaptive role of the educational environment of a multilevel educational organization. To improve the adaptability of first-year students at PenzGTU, a program has been developed that is implemented in the educational process of the college and university. The implementation of the program of pedagogical support for the adaptation of first-year students at the level of secondary vocational education and higher education, as part of a multi-level educational complex, provides for the consistent passage of the diagnostic, creative-transforming and evaluative-analyzing stages. The implementation of the program is accompanied by a set of measures aimed at improving the adaptability of first-year students at the levels of secondary vocational education (college) and high school (university) as structural units of a multi-level educational complex. Taking into account the specifics of a multilevel educational complex during the adaptation of freshmen to the course of pedagogical support will intensify the process and will help to create the prerequisites for the effective training of future professional personnel.

Keywords: adaptation, multilevel educational complex, educational process, teacher support, student, college, high school

Адаптация студентов-первокурсников к условиям обучения в образовательных организациях профессионального образования традиционно относится к значимым социально-педагогическим проблемам. Актуальность исследования педагогического обеспечения адаптации студентов-первокурсников, как уровня СПО, так и ВО, связана со сменой критериев эффективности образования. Социально-экономические изменения, происходящие в современном обществе, ухудшение качества среднего профессионального и высшего образования приводят к разнонаправленной активности студентов, их эмоциональной неустойчивости, снижению уровня обучения и воспитания, следствием чего является низкая социально-профессиональная адаптация студентов колледжей и вузов. В этих условиях усиливается значимость образования

как адаптивной системы, формирующей актуальные общие и профессиональные компетенции и функции студентов в новой образовательной среде, позволяющие впоследствии успешно интегрироваться в социальной действительности и профессиональной сфере.

Особые условия для успешной адаптации студентов-первокурсников складываются в многоуровневых образовательных организациях, включающих в себя уровни СПО и ВО [1]. При всей многосторонней и многоаспектной изученности адаптационной проблематики (Г.И. Александров, И.А. Аливердиева, Ю.С. Бабахин, В.И. Брудный, С.А. Егорова, А.А. Ефимова, Л.В. Меньшикова, О.В. Нагоркина, А.А. Реан, Н.А. Савотина, С.А. Салатинян, К.О. Сантросян, А.В. Сиомичев, Р.Р. Хусаинова и др.) вопросы, связанные с обеспечением эффективной адаптации студентов-первокурсников в условиях многоуровневого образовательного комплекса, не получили достаточного освещения.

Цель исследования: проанализировать особенности адаптации студентов-первокурсников к образовательному процессу многоуровневого образовательного комплекса.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования выступили: теоретический анализ психолого-педагогической литературы и вузовской документации (программ и планов учебной работы и воспитательных мероприятий); метод логических обобщений и моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Адаптационная проблематика как таковая нашла своё широкое отражение в зарубежной (A.L. Kristof, R.S. Lasarus, D.G. Myers, J.K. Norem, А. Адлер, А. Маслоу, Ж. Пиаже, Л. Филлипс, З. Фрейд, К. Халл, Р. Хэнки) и отечественной (Ю.А. Александровский, Ф.Б. Березин, В.Н. Григорьева, В.В. Гриценко, М.А. Гулина, Л.Г. Дикая, А.Г. Маклаков, В.А. Петровский, А.А. Реан и др.) науке.

Значимое количество исследований посвящено непосредственно адаптации студентов-первокурсников к образовательному процессу образовательной организации среднего профессионального образования (Н.С. Амамбаева, О.А. Андриенко, А.А. Горяйнов, Г.Н. Жулина, А.В. Захарова, А.И. Иванов, Е.М. Манакина, М.В. Миляева, Л.Ф. Мирзаянова, И.К. Пятых, Е.Н. Романова, О.В. Фадеева, А.Р. Хизриева, Н.С. Шпилев и др.), а также высшего образования (М.В. Ажиев, Г.И. Александров, Д.А. Андреева, В.И. Брудный, О.А. Воскрекасенко, Л.М. Дормидонтова, Е.В. Корепанова, Е.С. Левченко, А.Н. Макарова, О.В. Нагоркина, С.А. Пакулина, С.В. Сергеева, Т.Б. Соломатина, В.Ю. Старосотникова, Т.В. Хорошко и др.).

Традиционным в педагогической науке является положение о том, что адаптационный процесс не заканчивается лишь первым курсом. Но «именно в течение первого года обучения он протекает наиболее остро, требуя от обучающихся мобилизации адаптационных ресурсов. Именно в это время происходит развитие адаптивности как личностного качества, направленного на выработку адаптационных стратегий, новых средств по овладению содержанием учебной деятельности, новых форм взаимодействия с социумом. И именно в первый год обучения студенты в наибольшей степени нуждаются в педагогическом сопровождении со стороны преподавателей и кураторов студенческих групп» [2, с. 2715].

Специфика адаптации обучающихся в колледже и вузе во многом связана различиями в методах, формах и технологиях обучения, применяемых на уровне среднего профессионального и высшего образования, что порождает целый ряд барьеров. Студентам-первокурсникам явно не достаёт значимых умений и навыков, необходимых при обучении в высшей школе для успешного овладения программой. Как правило, усилия студентов компенсировать это за счёт усидчивости, исполнительности и трудолюбия тщетны. Должно пройти достаточное количество времени, прежде чем первокурсник адаптируется к новым условиям обучения. Приспособление к этим условиям отнимает много энергии, требует мобилизации личностных ресурсов, различия в которых определяют те существенные отличия в эффективности деятельности и результатах обучения, что мы наблюдаем у студентов. Другой причиной, которая может резко замедлить темп адаптации студентов-первокурсников, является несогласованность в педагогическом взаимодействии между профессорско-преподавательским составом и обучающимися при выборе оптимальных способов обучения. Успешность осуществления профессиональной подготовки обучающихся также во многом определяется возможностями и готовностью студента-первокурсника освоить новую образовательную среду колледжа или вуза, в которую он попадает.

С позиции естественных наук успешное преодоление адаптационной ситуации

первокурсников в колледже и вузе связывается в основном с сохранением физического и психического здоровья (Ю.А. Попова, А.В. Кабачкова, А.В. Агафонов, С.С. Коннова, А.Ф. Талтыгина и др.).

В социологических исследованиях, посвященных адаптационным трудностям первокурсников, раскрываются вопросы их мотивации в соответствии с их ценностными ориентациями, анализируется социальное взаимодействие личности и группы (В.Г. Асеев, Л.И. Божович, Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, Е.В. Щепкин).

Огромное количество педагогических исследований посвящено особенностям адаптации студентов-первокурсников в вузе (О.А. Воскрекасенко, Т.Н. Ронгинской, Н.А. Березовина, Л.И. Морозовой). Так, Л.К. Гришанов и В.Д. Цуркан под адаптацией студентов-первокурсников понимают «процесс приведения основных параметров социальных и личностных характеристик в состояние динамического равновесия в новых условиях образовательной среды» [3, с. 29]. Как отмечает О.А. Воскрекасенко, «результативность протекания адаптации выражается в достигнутом личностью уровне адаптированности и определяется как особенностями индивида (адаптационными способностями), так и особенностями образовательной среды» [4, с. 487].

В колледже адаптационные процессы рассматриваются несколько с иной стороны. Так, Л.А. Сагитова и Р.Н. Сагитов считают, что «большую роль в адаптации играет формирование учебной группы» [5, с. 135]. По их мнению, чем быстрее она сформируется, тем быстрее студенты освоят новую для себя роль. В зависимости от характера внешних условий и факторов, действующих на индивида, можно выделить такие составляющие адаптации в колледже, как «приспособление к новой системе обучения; приспособление к изменению учебного режима; приспособление к обучению в новом коллективе» [5, с. 136].

Особые условия для адаптации студентов-первокурсников складываются в интегрированных учебных заведениях, в том числе – многоуровневых образовательных комплексах (МОК), которым и является Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ). В рамках Пензенского государственного технологического университета реализуется модель непрерывного образования, включающая в себя уровни среднего профессионального и высшего образования [6; 7].

МОК нацелен на реализацию интегрированных функций, при том что каждый элемент, входящий в его структуру, осуществляет свой уровень профессиональной подготовки обучающихся. При этом структурные элементы взаимосвязаны и взаимозависимы в такой степени, что результаты функционирования одного из них выступают базой для эффективной деятельности другого. Подобное устройство придаёт гибкость, стабильность и динамизм в развитии всей системы. Позитивным следствием подобного рода взаимосвязи выступает не только успешное протекание адаптационных процессов у обучающихся МОК, но и объединение кадрового, материально-технического и собственно педагогического потенциала разных образовательных филиалов и подразделений ПензГТУ.

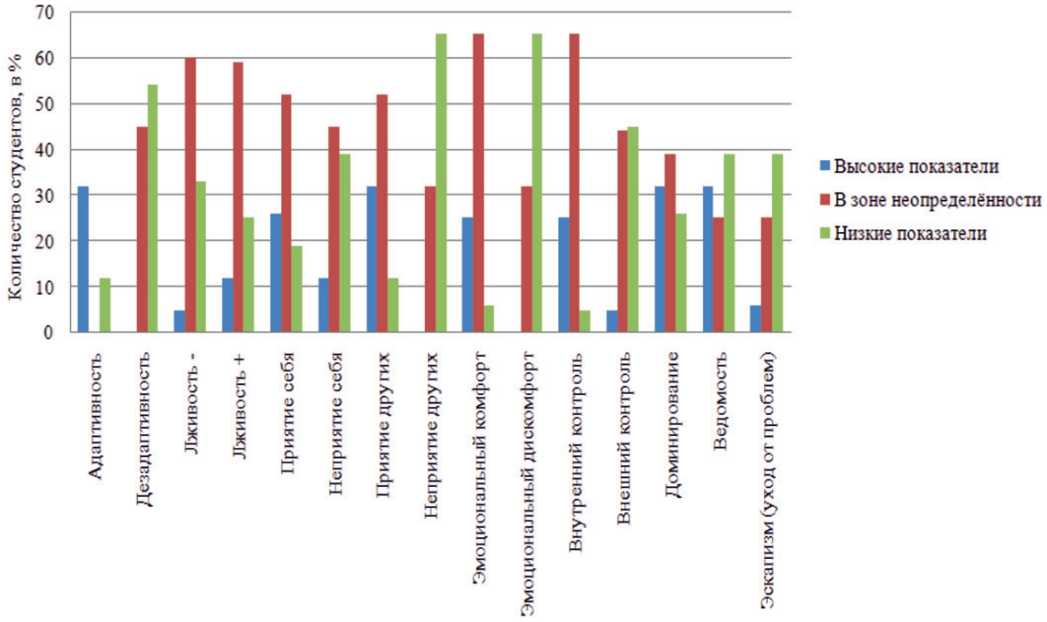
Для изучения особенностей адаптации студентов-первокурсников нами было проведено исследование, результаты которого подтверждают потенциал многоуровневой образовательной организации для эффективного протекания адаптационных процессов.

Исследование проводилось среди студентов специальности 09.02.03 «Информационные системы и технологии». В общей сложности в диагностике приняли участие 50 человек. Для определения уровня адаптированности студентов-первокурсников использовалась методика диагностики социально-психологической адаптации К. Роджерса и Р. Даймонда. Полученные результаты исследования представлены на рисунке.

Исходя из представленных на рисунке данных, можно сделать вывод о том, что в исследуемой группе студентов-первокурсников является преобладающим уровень адаптированности в зоне неопределенности (51,6%). Близкие к нему результаты показали студенты с высоким уровнем адаптированности (45,0% студентов). Подобного рода результаты соответствуют норме.

Среди студентов-первокурсников, принявших участие в диагностике, высокие показатели дезадаптированности не были выявлены. Напротив, среди них преобладают низкие показатели дезадаптированности (57,2%) и показатели в зоне неопределенности (47,4%). Полученные результаты по критерию дезадаптированности также соответствуют норме.

Анализируя полученные данные, следует отметить важный момент. Большую часть студентов-первокурсников с высоким уровнем адаптированности составляют обучающиеся, которые до поступления в высшую школу проходили обучение на уровне СПО в Технологическом колледже, являющемся структурным подразделением ПензГТУ.



Результаты исследования адаптации студентов-первокурсников

Таким образом, результаты диагностики позволяют сделать вывод: во-первых, о преобладании у обучающихся среднего и высокого уровня адаптированности; во-вторых, о больших потенциальных возможностях образовательной организации, построенной по типу МОК, для успешной адаптации студентов-первокурсников к образовательному процессу.

Для студентов, имеющих высокие показатели дезадаптированности, разработана программа по оптимизации процесса адаптации студентов-первокурсников в ПензГТУ.

Реализация программы педагогического обеспечения адаптации студентов в образовательном процессе колледжа и вуза осуществляется поэтапно:

I этап – проведение диагностики.

II этап – созидательно-преобразующая деятельность.

III этап – анализ и оценка результатов исследования.

К комплексу мероприятий, направленных на педагогическое сопровождение адаптации студентов первого курса, можно отнести следующие.

1. Социально-психологическое и психолого-педагогическое изучение студентов-первокурсников (уровень адаптированности, предпочитаемые ими стратегии адаптации, адекватность самооценки, коммуникативные способности, тревожность и др.), а также уровня сформированности студенческого коллектива как непосредственной среды их адаптации.

2. Организация индивидуального и группового психологического консультирования на основе результатов психолого-педагогической диагностики с учётом индивидуальных запросов и актуальных потребностей студентов.

3. Проведение тренингов повышения психофизиологической адаптированности с помощью аутогенных тренировок, методов активной релаксации и рисуночных техник.

4. Проведение тренингов, направленных на развитие навыков общения в учебной группе, гармонизацию межличностного взаимодействия, формирование умений и навыков бесконфликтного поведения, развитие коммуникативных способностей («Тренинг коммуникативных умений», «Тренинг групповой сплоченности», «Тренинг конструктивного решения конфликтов»).

5. Ознакомление студентов-первокурсников с традициями образовательной организации, правами и обязанностями студентов.

6. Обучение студентов-первокурсников первичным навыкам саморегуляции и функционального состояния организма, снижение тревожности, повышение самооценки, развитие волевых навыков.

7. Оказание психологической помощи студентам-первокурсникам, являющимся единственными представителями своей страны и национальности (студентам-иностранцам).

8. Проведение мероприятий, направленных на стимуляцию активности студентов в развитии навыков общения, друже-

ских отношений, групповой сплоченности и творческих способностей.

9. Организация цикла занятий, направленных на повышение социально-психологической компетентности студентов-первокурсников, включающих беседы об основных трудностях начального периода адаптации и путях их преодоления.

10. Разработка рекомендаций по комплектованию студенческих групп с учётом их психологической совместимости.

11. Стимулирование группообразующей деятельности с целью формирования студенческого коллектива.

12. Включение студентов-первокурсников в разнообразную, соответствующую актуальным потребностям и интересам обучающихся внеаудиторную деятельность.

Данные мероприятия позволят, с одной стороны, оценить возможности дальнейшего обучения, с другой – выделить так называемую группу риска со сниженным уровнем развития познавательных способностей, адаптационных возможностей, а также своевременно оказать психологическую и педагогическую помощь.

Эффективная реализация вышеописанной программы возможна лишь при координации усилий всех субъектов педагогического обеспечения адаптации студентов-первокурсников: преподавателей, работающих с данной возрастной категорией обучающихся, кураторов студенческих групп (классных руководителей на уровне СПО), тьюторов, практических психологов, администрации, а также родителей несовершеннолетних студентов.

Заключение

Таким образом, адаптация студентов-первокурсников к образовательной среде многоуровневого образовательного комплекса представляет собой не просто процесс приспособления к новым условиям жизнедеятельности, но и активное взаимодействие со средой. Многоуровневый образовательный комплекс обладает значимым потенциалом для решения задачи успешной адаптации студентов-первокурсников как в структурных подразделениях СПО (колледж), так и ВО (собственно университет). Учёт в ходе педагогического обеспечения успешной адаптации студентов-первокурсников специфики многоуровневого образовательного комплекса позволит интенсифицировать процесс и будет способствовать созданию условий для качественной профессиональной подготовки специалистов.

Список литературы

1. Сергеева С.В., Воскрекасенко О.А. Адаптация обучающихся в условиях вертикальной интеграции образовательных программ // Профессиональное образование. Столица. 2013. № 11. С. 35–37.

2. Воскрекасенко О.А. Психолого-педагогическая диагностика как направление педагогического сопровождения адаптации обучающихся в вузе // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–12. С. 2715–2718.

3. Гришанов Л.К., Цуркан В.Д. Социологические проблемы адаптации студентов младших курсов // Психолого-педагогические аспекты адаптации студентов к учебному процессу в вузе. Кишинев, 1990. С. 29–41.

4. Воскрекасенко О.А. Социальная адаптация обучающихся в высшей школе в контексте проблемы социализации личности // Современные наукоёмкие технологии. 2016. № 9–3. С. 485–489.

5. Сагитова Л.А., Сагитов Р.Н. Адаптация студентов-первокурсников в колледже // Образование и воспитание. 2017. № 5 (15). С. 135–138.

6. Сергеева С.В., Воскрекасенко О.А. Модель непрерывного образования в техническом вузе как многоуровневом образовательном комплексе // Интеграция образования. 2016. № 2 (20). С. 220–228.

7. Моисеев В.Б. Непрерывное образование в условиях многоуровневого технического вуза // Профессиональное образование. Столица. 2013. № 8. С. 13–16.

УДК 378:159.9.072

СИТУАЦИЯ ВЫНУЖДЕННОЙ САМОИЗОЛЯЦИИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ И АКАДЕМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Сидячева Н.В., Зотова Л.Э.

МГОУ «Московский государственный областной университет», Москва, e-mail: zolar@yandex.ru, sidna@bk.ru

В данной статье проведен анализ опроса о психологических и учебных проблемах, с которыми столкнулись студенты во время переживания пандемии COVID-19 и введения режима вынужденной самоизоляции. Данная ситуация отличается высокой степенью неопределенности, что требует для ее проживания мобилизации внутренних и внешних ресурсов личности, осознания и рефлексии происходящего. В статье рассматривается ряд аспектов: представление студентов об одиночестве и общении, отношение к другим, отношение к себе, физическое состояние, эмоциональное состояние, управление средой и контроль над ситуацией, отношение студентов к дистанционному обучению, представление о позитивных и негативных последствиях режима самоизоляции. Выявлено, что в период вынужденной самоизоляции более четверти студентов испытывают чувство одиночества, бо́льшая часть выборки указывает на недостаток межличностного общения, ярко выражена эмоциональная дестабилизация, ухудшение физического состояния. Ресурсным потенциалом студентов может являться позитивное самоотношение, эффективный контроль внешней деятельности. Студенты отмечают как достоинства, так и недостатки дистанционной системы обучения. Большинство студентов отметили преимущество очной формы обучения и очного взаимодействия с преподавателями и одногруппниками. Студенты видят не только негативные, но и позитивные последствия вынужденной самоизоляции в период пандемии. Позитивные ожидания лежат в сфере жизненных ценностей и смыслов, а негативные – в экономической области.

Ключевые слова: ситуация неопределенности, переживание неопределенности, пандемия, «вынужденная самоизоляция», травматическое воздействие, психологические и учебные проблемы

SITUATION OF FORCED SELF-ISOLATION DURING THE PANDEMIC: PSYCHOLOGICAL AND ACADEMIC ASPECTS

Sidyacheva N.V., Zotova L.E.

Moscow Region State University, Moscow, e-mail: sidna@bk.ru, zolar@yandex.ru

This article analyzes the survey on psychological and educational problems faced by students during the experience of the COVID-19 pandemic and the introduction of forced self-isolation. This situation is characterized by a high degree of uncertainty, which requires the mobilization of internal and external resources of the individual, awareness and reflection of what is happening. The article deals with a number of aspects: students 'perception of loneliness and communication, attitude to others, attitude to themselves, physical condition, emotional state, environment management and control of the situation, students' attitude to distance learning, the idea of positive and negative consequences of self-isolation. It was found that during the period of forced self-isolation, more than a quarter of students experience a sense of loneliness, most of the sample indicates a lack of interpersonal communication, pronounced emotional destabilization, deterioration of physical condition. The resource potential of students can be a positive self-attitude, effective control of external activities. Students note both advantages and disadvantages of the distance learning system. The majority of students noted the advantage of full-time education and face-to-face interaction with teachers and classmates. Students see not only negative, but also positive consequences of forced self-isolation during the pandemic. Positive expectations lie in the sphere of life values and meanings, while negative expectations lie in the economic sphere.

Keywords: situation of uncertainty, experience of uncertainty, pandemic, «forced self-isolation», traumatic impact, psychological and educational problems

Настоящая ситуация, с которой столкнулась не только наша страна, но страны всего мира, связана с «вынужденной самоизоляцией», которая обусловлена быстроразвивающейся пандемией COVID-19. Такие меры были приняты президентом РФ с целью недопущения массового заражения людей и роста количества летальных исходов.

Состояние «вынужденной самоизоляции» непривычно для нормального хода жизни человека в связи с его нестабильностью и непредсказуемостью. Как отметил В.П. Зинченко, «апогей неопределенности наступает в критической, непредсказуемой, чрезвычайной ситуации» [1, с. 18]. Наступившая пандемия во многом перевернула представления людей о стабильности, равновесии, зоне комфорта. Массированная атака СМИ на умы людей, хроника событий, слухи, паника, страх за будущее – это то, с чем сталкивается каждый из нас в неопределенной ситуации с ее непредсказуемым разрешением. При «вынужденной изоляции» человек попадает в состояние неопределенности, которая является еще более стрессовой ситуацией, чем знание о реально ожидаемых негативных последствиях.

Часто в ситуации неопределенности человек теряется: присвоенные паттерны по-

ведения не работают, обычные логические схемы мышления рушатся, вариативность потенциальных решений пугает. В этой ситуации «самое сложное – понять, как человек в реальной, жизненной ситуации противостоит неопределенности и достигает определенности (эффекта, результата)» [1, с. 18].

Проблема неопределенности давно находится в фокусе внимания ученых, разработан целый ряд концепций: от ставших уже классическими работ Д. Канемана и А. Тверски до новых направлений, таких как психология социальной нестабильности (Г.У. Солдатова), персонология неадаптивного поведения (В.А. Петровский), психология самоорганизации психологических систем (В.Е. Клочко), психология сложности (А.Н. Поддьяков) и др. Несмотря на это, каждая новая ситуация неопределенности ставит больше вопросов, чем ответов.

Возможный ответ человека на ситуацию неопределенности высказал Лиотар, предположив, что человечество все более дифференцируется на людей, готовых воспринимать сложное, и людей, склонных к упрощению реальности. В этом случае неопределенность является точкой бифуркации двух тенденций: освоение сложности и неопределенности современности (цивилизованность) и стремление социальных систем к адаптации, равновесию и избеганию неопределенности, к жизни в более простом мире (архаика) [2].

Переживание неопределенности – это столкновение с травматическим воздействием на психику человека. З. Фрейд отмечал: станет ли событие (порой даже самое безобидное) травматическим или нет, зависит от индивидуальной восприимчивости конкретного человека. Необходимо четко различать два принципиально разных переживания: боязнь и страх. Боязнь развивается тогда, когда чего-то страшатся, но объект устрашения конкретен и известен. Страх обычно провоцируется ожиданием какой-то опасности, особенно когда ее суть неизвестна [3]. В ситуация пандемии и вынужденной самоизоляции реакцию страха, по мнению Д.В. Ковпака, вызывает ряд факторов: физическое дистанцирование и социальная изоляция, страх заражения, картинки в постах и статьях, видеосюжеты о погибших, страх смерти и потери близких, тревога по поводу возможной потери работы, пропитания, жилья и будущих доходов, недоверие к правительству, противоречивая информация о рисках по поводу вируса, масса фейковых новостей, тревога перед возможным экономическим кризисом, неопределенность новой жизни после вируса [4].

Неопределенности, как считает В.П. Зинченко, должны противостоять избыточность и динамика механизмов и способов активности живого существа, сверхсложность внутреннего мира: «…внутренний мир должен быть не просто эквивалентным или превышать по сложности внешний. Он должен быть если не умнее внешнего, то, как сказал бы Г. Гегель, – хитрее» [1, с. 18].

Внутренний мир человека, по мнению С.Л. Рубинштейна, проявляется в двух способах существования человека. Первый способ – когда жизнь не выходит за пределы непосредственных связей, в которых существует человек. В этом случае человек не может выйти за пределы отдельных жизненных явлений и событий, он находится внутри жизни и не может встать в позицию «вне», осуществлять рефлексирующее, осмысленное отношение к ней в целом. Второй способ связан с процессом рефлексии жизни, с процессом мысленного выхода за ее пределы, это выход из поглощенности жизнью на уровень осознанности, философского суждения о ней и связанного с ним отношения к жизни [5]. Как отмечает Первушина О.Н., применительно к неопределенности в первом случае человек в ситуации кризиса, хаоса и неразберихи может оказаться неготовым к активности для ее преодоления. Второй способ является продуктивным в связи с тем, что «в ситуации неопределенности рефлексирующий субъект склонен уменьшать степень неопределенности за счет выявления, осознания «проглядывающих» связей, отношений, законов ситуации… или за счет осознавания целей и направления собственной активности и подгонки ситуации под себя» [6, с. 16].

Проживание пандемии – это не всегда негативный опыт. Это еще и вызов выйти за пределы ситуации, мобилизовать активность «многих динамических функциональных систем» [1], от моторных действий до самых сложных – ценностей и смыслов. Это возможность вычленить из своей жизни главное, расставить приоритеты, по-новому взглянуть на то, что мы перестали ценить, повысить свою жизнестойкость, овладеть новыми формами жизнедеятельности. «Этот опыт, у которого нет отрицательного знака, может стать для нас основой нового качества жизни, более полных и открытых отношений и обновленного понимания ценности жизни», отмечает Ковпак [4].

Проблема неопределенности стоит остро для всех возрастных групп. Наше внимание сосредоточено на студенчестве как социальной общности, характеризующейся, с одной стороны, пластичностью, достаточ-

но высокой адаптивностью к требованиям и темпу современной жизни, с другой – в недостаточной степени владеющей жизненным опытом преодоления сложных жизненных ситуаций, возможностью поиска идентичных жизненных событий для построения оптимальной стратегии поведения в ситуации неопределенности [7-9]. Именно для студенчества каждое нестандартное событие – это не акт повторения, а акт творения, новизны и поиска.

Наше исследование было направлено на выявление представления студентов о психологических и учебных проблемах, возникающих в ситуации самоизоляции в период пандемии и выявления ресурсов их преодоления.

Цель исследования: выявить представления студентов о психологических и учебных проблемах, возникающих в ситуации самоизоляции в период пандемии.

Материалы и методы исследования

Диагностический инструментарий:

1. Авторская анкета. Авторы: Зотова Л.Э., Сидячева Н.В.

Анкета состоит из нескольких блоков, направленных на раскрытие студентами психологических и учебных проблем, возникающих в период самоизоляции:

– одиночество и общение;
– отношение к другим;
– отношение к себе;
– физическое состояние;
– эмоциональное состояние;
– управление средой и контроль над ситуацией;
– отношение к дистанционному обучению;
– позитивные и негативные последствия режима самоизоляции.

2. Блок «Управление средой и контроль над ситуацией» содержит пункты шкалы психологического благополучия К. Рифф (адаптация Т.Д. Шевеленковой, П.П. Фесенко) – шкала «управление средой»; опросника жизнестойкости С. Мадди в адаптации Д. Леонтьева – шкала «контроль» (выборочные утверждения).

3. Блок «Отношение к себе» содержит пункты опросника самоотношения В.В. Столина, С.Р. Пантелеева (выборочные утверждения).

В исследовании приняли участие 61 студент Московского государственного областного университета, из них 86% девушек и 14% юношей. Возрастной диапазон: 94% студентов – от 19 до 25 лет, 6% – от 25 до 35 лет. На период самоизоляции с родителями проживают 71% студентов, с другими родственниками – 5%, с партнером без детей живет 14%, с партнером и детьми – 6% студентов, самостоятельно проживает 4% студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

1 блок: одиночество и общение

Студентам предлагался вопрос, позволяющий выявить, как ситуация самоизоляции повлияла на степень переживания ими чувства одиночества. Оказалось, что 28% студентов в режиме самоизоляции испытывают чувство одиночества, причем 4% переживают его очень остро. 20% студентов отметили, что им иногда комфортно находиться без социальных контактов, и только в 6% случаев чувство одиночества нравится респондентам, и они его предпочитают социальным контактам. Для 37% респондентов состояние изоляции не повлияло на переживание одиночества, а 9% студентов, наоборот, испытывают чувство единения со всеми.

Студентам был предложен на выбор ряд высказываний (поговорок, афоризмов), которые отражают либо ценность человеческого общения (например, «Без многого может обходиться человек, но только не без человека», «Единственная известная роскошь – это роскошь человеческого общения»), либо ценность одиночества (например, «В одиночестве можно увидеть смысл», «Позитивное отношение к одиночеству – в основном у людей мыслящих»). Респонденты должны были выбрать из предложенного списка те, которые в большей степени соответствуют их внутренним убеждениям в данный период.

Высказывания, выражающие ценность человеческого общения, выбрали 42% респондентов; фразы, посвященные одиночеству, – 8%, половина студентов (50%) отдавала предпочтения фразам одного и второго типа, выбирая обе ценности.

На вопрос о том, с кем студенты в первую очередь хотели бы восстановить отношения в том режиме, в котором они были до пандемии, ответы распределились следующим образом: 51% – с друзьями, 34% – со своей студенческой группой, с родственниками хотели бы реанимировать отношения 25% студентов, с преподавателями – 20%, с романтическим партнером – 20%. И только 6% отметили, что они ни с кем не хотели бы восстанавливать отношения, их вполне устраивает новый формат общения.

Следующий вопрос был посвящен тому, насколько часто в ситуации дефицита живого общения студенты используют мобильные и электронные средства связи. Выявлено, что для 53% частота контактов с родственника-

ми и друзьями осталась на прежнем уровне, 39% стали общаться чаще, чем прежде, причем 14% находятся в ситуации чрезмерной интенсивности общения.

Таким образом, несмотря на то что чаще всего студенты отмечали, что ситуация самоизоляции не повлияла на переживание чувства одиночества, тем не менее его испытывают больше четверти выборки. Для студентов ярко выражено стремление к общению, живому взаимодействию, в первую очередь с друзьями и сокурсниками.

2 блок: отношение к другим

На вопрос о том, как должны быть расставлены приоритеты общественного внимания к различным возрастным группам населения, ответы студентов распределились следующим образом. 63% респондентов считают, что приоритет надо отдавать пожилым людям: они нуждаются в повышенном внимании, так как более уязвимы перед вирусной инфекцией; 35% студентов отметили, что внимание общества должно распределяться равномерно и к пожилому населению, и к молодежи, которая тоже может заболеть. Только 2% студентов отдают приоритет молодежи, считая, что за ними будущее, соответственно, они нуждаются в большей заботе.

Ответы на вопрос о путях разрешения проблемы с мигрантами, которые не могут выехать на территорию своей страны и не могут получить от нее помощь в период пандемии, распределились следующим образом. Диаметрально противоположные взгляды имеют две группы студентов: первая считает, что российское государство должно взять ответственность за них, вторая группа считает, что мигранты должны быть депортированы с территории России (35% и 37% соответственно), 20% считают, что мигранты должны о себе позаботиться сами, 2% считают, что забота о мигрантах – общественный долг каждого. Не имеют своего мнения на этот счет 6% студентов.

Таким образом, б*о*льшая часть студентов считает, что в фокусе общественного внимания должна находиться старшая возрастная группа и именно ей в первую очередь нужно уделять внимание и оказывать помощь в период пандемии, причем эта группа более приоритетна по сравнению с возрастной группой, к которой принадлежат студенты. Мнение студентов о проблеме мигрантов в период самоизоляции более радикально – приоритеты отдаются россиянам.

3 блок: отношение к себе

Для выявления отношения респондентов к себе был использован ряд утверждений теста-опросника самоотношения В.В. Столина и С.Р. Пантелеева. Утверждения относятся к таким показателям самоотношения, как самопринятие, аутосимпатия, самоинтерес и самоуважение.

Выявлено, что в целом показатели самоотношения в выборке студентов достаточно высокие. Положительные ответы на утверждение, отражающее самопринятие («Даже мои негативные черты не кажутся мне чужими»), дали 71% респондентов. На вопрос, касающийся аутосимпатии («Сам у себя я довольно часто вызываю чувство раздражения»), отрицательно ответили 59%. Самоинтерес проявляют 75% студентов, на утверждение «Если бы я раздвоился, то мне было бы довольно интересно общаться со своим двойником» они ответили положительно. Утверждение, выражающее самоуважение («То, что во мне происходит, как правило, мне понятно»), приняло 82% респондентов.

Таким образом, б*о*льшую часть студентов характеризует высокий уровень позитивного самоотношения.

4 блок: физическое состояние

На вопрос о том, чаще ли респонденты в режиме самоизоляции стали принимать пищу, утвердительно ответили 45%, отрицательно – 55%.

Ответы на вопрос о физических нагрузках распределились следующим образом: физическими упражнениями занимаются 49% студентов, 51% респондентов в режиме изоляции не имеют физических нагрузок.

Результаты опроса позволяют говорить о существующих проблемах физического состояния респондентов, которые выражаются в повышении употребления пищи и снижении физических нагрузок.

5 блок: эмоциональное состояние

На вопрос об эмоциях, испытываемых во время прослушивания новостных телепрограмм и чтения новостных лент (в период пандемии), респонденты ответили, что в 54% случаев они испытывают интерес, в 51% – опасение, в 45% – тревогу, в 28% – безысходность. Надежду и спокойствие ощущают по 24% студентов, отчаяние испытывают 16% студентов, страх и удивление – по 14% респондентов. На чувство гордости указали лишь 4% выборки, столько же испытывают стыд. При этом только 17% студентов считают, что официальная статистика отражает реальное положение дел, 73% думают, что положение дел хуже, 6% – что лучше.

Относительно причин беспокойства на этапе самоизоляции респонденты отметили следующее: здоровье близких волнует 78% студентов, собственное здоровье – 41%.

На то, что ограничения в передвижении (отсутствие возможности путешествий, поездок, свободного перемещения) приносят некомфортное состояние и переживания, указали 47% респондентов. Экономический кризис и снижение материального благосостояния волнует 41% студентов. На беспокойство по поводу снижения качества обучения указали 37% респондентов. Снижение интенсивности общения и психологические трудности переживания самоизоляции приносят беспокойство 29% и 18% соответственно. Проблему потери работы отметили 11% студентов. На трудности быта и отсутствие возможности заниматься спортом как причины для беспокойства указали по 8% выборки.

Таким образом, в период самоизоляции наблюдается эмоциональная дестабилизация респондентов: бо́льшая часть из них испытывают негативные эмоции при просмотре новостных программ; беспокойство респондентам доставляют мысли о здоровье близких, экономическое положение и ограничение передвижений.

6 блок: управление средой и контроль над ситуацией

Этот блок состоит из нескольких утверждений, на которые респонденты должны были указать степень согласия, таким образом, ответы располагаются в континууме «ответы, выражающие согласие» и «ответы, выражающие несогласие».

С утверждением «Я вполне справляюсь со своими повседневными заботами» выразили согласие 86% респондентов и не согласны 14%.

С утверждением «Я всегда контролирую ситуацию настолько, насколько это необходимо» согласны 87% студентов, не согласны 13%.

55% студентов согласны с тем, что они «всегда могу повлиять на результат того, что происходит вокруг», 45% респондентов с этим утверждением не согласны.

Студенты в 80% случаев согласны с выражением: «Непредвиденные трудности порой сильно утомляют меня», и только 20% респондентов не согласились с этим утверждением.

На утверждение «Возникающие проблемы часто кажутся мне неразрешимыми» дали согласие 46% студентов, 54% так не считают.

С утверждением «У меня нет возможности влиять на неожиданные проблемы» согласны 15%, большая часть респондентов (85%) с ним не согласна.

На вопрос о том, на чью помощь в трудной ситуации рассчитывают студенты, ответы распределились следующим образом: на родственников надеются 88% выборки, на помощь друзей – 71%, только на самого себя – 22%, на помощь государства (система здравоохранения, полиция и т.д.) и на личные связи рассчитывают по 20%, к помощи сотрудников университета готовы обратиться 12% респондентов.

Таким образом, в условиях самоизоляции студенты в достаточной степени контролируют внешнюю деятельность, эффективно используют представляющиеся возможности, способны создавать условия и обстоятельства, подходящие для удовлетворения личных потребностей и достижения целей. Несмотря на то что непредвиденные трудности приносят утомление респондентам, они уверены в том, что активная позиция может повлиять на результат происходящего, пусть даже это влияние не абсолютно и успех не гарантирован.

Примечательно то, что в трудной ситуации респонденты склонны обращаться к своему ближайшему окружению, а не к официальным структурам и органам.

7 блок: отношение к дистанционному обучению

На вопрос о степени обеспеченности IT-техникой для работы в дистанционном режиме ответы распределились следующим образом: 53% респондентов считают, что они обеспечены техникой полностью, 33% – почти обеспечены и 14% – обеспечены в недостаточной степени.

Студентов попросили оценить по пятибалльной шкале (от 1 – «очень плохо» до 5 – «отлично») степень владения навыками работы на онлайн-платформах для обучения и видеокоммуникации (Skype, Zoom, Microsoft teams и т.д.). Ответы распределились следующим образом: 3% студентов поставили оценку «1», 14% – оценку «2», 24% студентов – оценку «3», 49% – оценили свои владения на «4» и 10% – на 5 баллов.

Ответы на вопрос об эффективности учебной работы в дистанционном режиме были следующие: более эффективной такую работу считают 13% студентов, степень эффективности осталась на прежнем уровне у 22%. Большая часть студентов (65%) дистанционное обучение считают менее эффективным.

Наиболее оптимальной формой обучения студенты видят: очную форму обучения (41%) и смешанную форму обучения с преобладанием очного обучения (39%). Менее популярны у студентов смешанная форма обучения с преобладанием дистанционного (12%) и чисто дистанционное обучение (8%).

В предложенном в ситуации самоизоляции дистанционном обучении студенты видят как достоинства, так и недостатки. Ответы студентов были сгруппированы в несколько блоков, представленных в табл. 1.

Среди достоинств дистанционного обучения студенты упоминают высвобождение временных ресурсов (не тратится время на дорогу, больше остается временных ресурсов на хобби, саморазвитие, на более тщательное выполнение учебных занятий и т.д.), комфорт (возможность мобильности, удобный формат для людей с ограниченными возможностями здоровья и для студентов с детьми или престарелыми родителями, возможность чувствовать себя раскованно и т.д.), часть студентов видит преимущество дистанционного обучения в повышении эффективности обучения (повышение ответственности и самостоятельности в учебном процессе, овладение электронными средствами обучения, изучение новых IT-технологий и т.д.). Некоторые студенты упоминают экономическую выгоду дистанционного обучения (не надо тратить деньги на транспорт, питание и т.д.), и, наконец, часть студентов говорит о повышении безопасности при такой форме обучения (снижается риск столкновения с уличной преступностью, обучающийся не подвергает себя риску транспортных происшествий и т.д.).

Среди недостатков дистанционного обучения студенты упоминали следующие: отсутствие «живой коммуникации» (невозможность взаимодействия с одногруппниками и преподавателями), несовершенство организации обучения (отсутствие опыта дистанционной работы у студентов и преподавателей, недостаточное качество представляемых материалов для обучения, задержка обратной связи как со стороны преподавателей, так и со стороны студентов, недостаток практико-ориентированных заданий и практических примеров и т.д.), недостаточное наличие и качество IT-ресурсов (несовершенство систем дистанционного обучения, недостаточность IT-ресурсов у студентов, качество связи и т.д.), психологические проблемы (отсутствие волевой регуляции и организованности при самостоятельном обучении, отсутствие внешнего контроля, низкая мотивация и др.), экономический ущерб (стоимость электроэнергии, запчастей к IT-технике, оплата обучения была произведена из расчета очного обучения и т.д.), вред здоровью (гиподинамия, вред зрению и т.д.).

Таким образом, бо́льшая часть студентов отмечает хороший уровень обеспеченности IT-техникой и владение онлайн-платформами, но при этом считает дистанционное обучение малоэффективным. Среди недостатков такого вида обучения студенты чаще всего называют отсутствие «живой» коммуникации и несовершенство организации дистанционного обучения. К достоинствам респонденты относят высвобождение временных ресурсов и комфорт.

8 блок: позитивные и негативные последствия режима самоизоляции

Студенты оценили позитивные и негативные последствия режима самоизоляции. Данные представлены в табл. 2.

Представления студентов о позитивных последствиях режима самоизоляции можно сгруппировать следующим образом: жизненные ценности и смыслы (ценность родных и близких людей, межличностных отношений; ценность жизни как экзистенциального понятия; фокус внимания к вопросам смыслов и ценностей), приобретение опыта на личностном и общественном уровне (упреждение негативных природных и рукотворных событий; приобретение навыков автономии и независимости; опыт объединения всех стран и расширения международного сотрудничества; интерес к вопросам экологии), профессиональная и учебная деятельность (ценность профессиональной и учебной деятельности; проявление профессионального творчества; приобретение новых навыков работы в онлайн-среде).

Негативные последствия режима самоизоляции представлены в нескольких областях: экономической (мировой экономический кризис; потеря работы и снижение материального достатка; снижение уровня жизни мигрантов и незащищенных слоев населения), психологической (одиночество; чувство незащищенности; отсутствие межличностного общения и др.), профессиональной и учебной (потеря работы; дисквалификация; снижение образовательного уровня), общественно-политической (повышение недоверия к политическим системам; рост преступности и домашнего насилия; усиление государственного контроля за гражданами), здоровья (болезни и смерть родных и близких; алкогольная зависимость; нарушение здорового образа жизни).

Таким образом, студенты отмечают позитивные и негативные последствия режима вынужденной самоизоляции в период пандемии. Респонденты чаще указывают на негативные последствия. Позитивные ожидания лежат в сфере жизненных ценностей и смыслов, а негативные – в экономической.

Таблица 1

Распределение ответов студентов на вопрос о достоинствах и недостатках дистанционного обучения (в %)

Достоинства	Кол-во упоминаний	Относит. доля в%	Недостатки	Кол-во упоминаний	Относит. доля в%
Высвобождаются временные ресурсы	42	52,5	Отсутствие «живой» коммуникации	30	36,2
Комфорт	18	22,5	Несовершенство организации обучения	24	28,9
Повышение эффективности обучения	10	12,5	Недостаточное наличие и качество IT-ресурсов	15	18,1
Экономическая выгода	6	7,5	Психологические проблемы	8	9,6
Безопасность	4	5,0	Экономический ущерб	3	3,6
			Вред для здоровья	3	3,6
Итого	80	100		83	100%

Таблица 2

Распределение ответов студентов на вопрос о позитивных и негативных последствиях режима самоизоляции в период пандемии (в %)

Позитивные последствия	Кол-во упомин.	Относит. доля в%	Негативные последствия	Кол-во упомин.	Относит. доля в%
Внимание к родным и близким	36	21,3	Мировой экономический кризис	43	18,7
Возрастет ценность жизни	24	14,2	Потеря работы и снижение материального достатка	40	17,4
Осторожность и упреждение негативных природных и рукотворных событий	17	10,1	Психологические проблемы, связанные с изоляцией	25	10,9
Возрастет ценность профессиональной (учебной) деятельности	16	9,5	Дисквалификация и снижение образовательного уровня	21	9,1
Внимание к вопросам смысла жизни	16	9,5	Повышение недоверия к политическим системам	18	7,9
Приобретение жизненных навыков автономии и независимости	15	8,8	Рост преступности	14	6,1
Внимание к экологическим проблемам	13	7,7	Усиление государственного контроля за гражданами	14	6,1
Проявление творчества и самостоятельности в профессиональной (учебной) деятельности	13	7,7	Снижение уровня жизни мигрантов и незащищенных слоев населения	12	5,2
Поворот от материальных ценностей к ценностям человеческих отношений	12	7,1	Болезни и смерть родных и близких	12	5,2
Идея объединения всех стран, международное сотрудничество	5	2,9	Алкогольная зависимость	12	5,2
Овладение форматом удаленной работы, новыми IT-навыками	2	1,2	Рост домашнего насилия	10	4,3
			Нарушение режима здорового образа жизни	9	3,9
Всего	169	100		230	100

Выводы

Пандемию COVID-19 и вынужденную самоизоляцию можно рассматривать как ситуацию неопределенности. Переживание неопределенности связано с травматическим воздействием на психику человека, реакцией страха, которому противостоит умение встать «над» ситуацией, ее отрефлексировать, осознать, использовать свои внутренние и внешние ресурсы.

В период вынужденной самоизоляции часть студентов испытывает чувство одиночества, б*о*льшая часть указывает на недостаток «живого» общения, ярко выражена эмоциональная дестабилизация, отмечается

ухудшение физического состояния. В то же время ресурсным потенциалом студентов может являться высокий уровень позитивного самоотношения, эффективный контроль внешней деятельности и умение использовать представляющиеся возможности.

Респонденты отмечают как достоинства, так и недостатки дистанционной системы обучения. Большинство студентов отметили преимущество очной формы обучения и «живого» взаимодействия с преподавателями и одногруппниками.

Студенты видят не только негативные, но и позитивные последствия вынужденной самоизоляции в период пандемии. Позитивные ожидания лежат в сфере жизненных ценностей и смыслов, а негативные – в экономической области.

Список литературы

1. Зинченко В.П. Толерантность к неопределенности: новость или психологическая традиция? // Вопросы психологии. 2007. № 6. С. 3–20.

2. Асмолов А.Г. Психология современности: вызовы неопределенности, сложности и разнообразия // Психологические исследования. 2015. Т. 8. № 40. [Электронный ресурс]. URL: http://psystudy.ru (дата обращения: 04.05.2020).

3. Решетников М.М. Профессор Михаил Решетников об охранительной самоизоляции // Фрейдо-лаканов-ский психоанализ. [Электронный ресурс]. URL: https://psychoanalysis.by/2020/04/13/статья-профессор-михаил-решетников-о/ (дата обращения: 04.05.2020).

4. Ковпак Д.В. Кризис и пандемия – опасности и возможности // Психологическая газета. [Электронный ресурс]. URL: https://psy.su/feed/8211/ (дата обращения: 04.05.2020).

5. Рубинштейн С.Л. Человек и мир // Проблемы общей психологии. 2-е изд. М.: Педагогика, 1976. 416 с.

6. Первушина О.Н. Человек и неопределенность: на подступах к постановке проблемы // Вестник НГУ. Серия: Психология. 2007. Т. 1. № 1. С. 11–19.

7. Зотова Л.Э. Взаимосвязь терминальных ценностей студентов-психологов с характеристиками учебной деятельности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Психологические науки. 2014. № 2. С. 69–77.

8. Sokolovskaya I.E., Polevoy S.A., Mikhaylovsky M.N., Zotova L.E., Bazhdanova Y.V., Egorova E.V. The influence of educational and professional activity on the socialization of students. Opcion. 2020. vol. 36. no. 27. P. 1115–1133.

9. Епанчинцева Г.А., Козловская Т.Н. Студенчество как социально-психологическая общность // Вестник Оренбургского государственного университета. 2018. № 2 (214). С. 66–69.

УДК 378:37.062

ЛОНГИТЮДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЛИНГВИСТОВ: ОЦЕНКА ОТЛОЖЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭФФЕКТА

Соснина Е.П., Старостина Н.Н.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск, e-mail: epsosnina@gmail.com, natali_k86@bk.ru

В статье рассматривается актуальная проблема необходимости развития универсальных компетенций у студентов вузов для эффективного выполнения их будущей профессиональной деятельности. В текстах ФГОС ВО 3++ в группе универсальных компетенций критическое мышление вынесено на передний план, что обуславливает необходимость организации в вузе методического обеспечения, способного стимулировать развитие этого вида мышления. Авторы статьи организовали длительный педагогический эксперимент по развитию критического мышления у студентов, обучающихся по направлению подготовки 45.03.02. «Лингвистика» (бакалавриат). В эксперименте апробируется адаптированная модель развития критического мышления, за основу которой взяты авторская модель смешанного проблемно-ориентированного обучения и модель развития критического мышления через чтение и письмо по работам К. Меридит, Дж. Стил и Ч. Темпл. Реализованная программа педагогических экспериментов с использованием проблемно ориентированного смешанного обучения иностранному языку показывает эффективность адаптированной технологии развития критического мышления, что наводит авторов на мысль продиагностировать отложенный эффект данной технологии. Для этих целей авторы проводят повторную диагностику уровня критического мышления у студентов-лингвистов контрольной и экспериментальной групп через год по окончании внедрения адаптированной технологии развития критического мышления. Результаты диагностики показывают, что уровень критического мышления в экспериментальной группе студентов выше, чем в контрольной группе, что позволяет говорить о наличии отложенного экспериментального эффекта данной технологии.

Ключевые слова: критическое мышление, технология развития критического мышления через чтение и письмо, умения критического мышления, прикладная лингвистика

LONGITUDINAL STUDY OF CRITICAL THINKING MODEL AMONG STUDENT LINGUISTS: ESTIMATION OF DELAYED EXPERIMENTAL EFFECT

Sosnina E.P., Starostina N.N.

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk, e-mail: epsosnina@gmail.com, natali_k86@bk.ru

The paper focuses on the urgent need to develop multipurpose competencies of university students for their successful future professional activity. The new Russian State Educational Standards of the Higher Education identify Critical Thinking as one of the core universal competencies, and this fact makes it necessary to organize methodological and didactic support for university teachers in developing this type of thinking. Authors of the paper have organized the prolonged pedagogical experiments to analyse the critical thinking development of students with major in Linguistics (bachelor's degree). In the experiment, the authors tested their Adapted Model of Critical Thinking development based on the authors' model of problem-based blended learning and the Critical Thinking Development Technology through Reading and Writing of K. Meridith, J. Steele and C. Temple. The research of critical thinking learners' progress when studying the foreign languages proved the positive effects of the Adapted Model of Critical Thinking development. These results gave the authors an idea to monitor and analyse the delayed effect of their technology. The levels of Critical Thinking in the control and experimental groups of future linguists were retested a year later after implementation of the adapted technology. The diagnostic data show that the level of Critical Thinking in the experimental group of students is higher than in the control group, and the authors suggest that there is a delayed experimental effect of their technology.

Keywords: critical thinking, critical thinking developing technology through reading and writing, critical thinking skills, applied linguistics

Опросы российских и зарубежных работодателей показывают, что выпускники высших учебных заведений в полной мере не готовы к трудовой деятельности. Работодатели не отрицают, что молодые специалисты владеют важными навыками для осуществления профессиональной деятельности, но им не хватает ключевых универсальных и отраслевых профессиональных компетенций, чтобы успешно справиться с комплексом разнообразных задач, возникающих на рабочем месте [1; 2].

Обзор проблематики преподавания и освоения комплекса компетенций в рамках высших учебных заведений привел нас к необходимости анализа не только профессиональных и специальных компетенций, но и тех, которые выделяются в современной педагогике как универсальные компетенции XXI века, которые позволят адекватно ориентироваться в непрерывном информационном потоке и критически анализировать и оценивать достоверность источника информации и качество аргумен-

тации, формулировать выводы и принимать правильные решения [3].

В наших фундаментальных исследованиях и серии педагогических экспериментов мы делаем основной акцент на анализе когнитивных проблем освоения обучающимися проблемной отрасли знаний и развитии *критического мышления (КМ)* студентов лингвистического направления. Реализованная нами программа из комплекса педагогических экспериментов использует подходы и модели проблемно ориентированного смешанного обучения иностранному языку, а также методы и приемы развития критического мышления. Важнейшей задачей мы считаем оценку эффективности применяемых технологий, а именно, возможность доказательности выбранных дидактических методов за счет лонгитюдного исследования динамики формирования критического мышления у студентов.

Необходимость развития критического мышления у студентов высших учебных заведений актуализируется в новых ФГОС ВО 3+, в которых системное и критическое мышления отнесено в группу *универсальных компетенций,* что обуславливает необходимость организации методического обеспечения, способного стимулировать развитие этих видов мышления и оценить эффективность реализации дидактических подходов.

Материалы и методы исследования

Проблемой поиска методических средств и приемов для развития критического мышления занимались такие зарубежные ученые, как Д. Дьюи, Д. Клустер, М. Липман, К. Меридит, Дж. Стил, Ч. Темпл, Д. Халперн и др. В отечественной науке данную проблематику изучали А.В. Бутенко, А.В. Коржуев, А.С. Байрамов, Д.М. Шакирова и др.

Анализ научной литературы по развитию критического мышления позволяет констатировать, что методологи в сфере образования рекомендуют перенести акцент с педагогических подходов, ориентированных на формирование традиционных навыков (заучивание материала, списывание с доски), на формирование когнитивных навыков (решение проблем, критическое мышление, работа в команде). Также мы отмечаем, что существуют различные точки зрения на комбинацию навыков и умений критического мышления. И.В. Боязитова, В.В. Белоус, С.В. Ромащенко выделяют такие навыки критического мышления, как интерпретация, анализ, оценка, умозаключение, объяснение, саморегуляция [4].

В сфере наших научных интересов лежит решение проблем понимания и освоения профессионального иностранного языка и повышение эффективности его преподавания за счет разработки вариантов педагогических задач для каждого из когнитивных уровней обучающихся, и в рамках нашего исследования мы ведем разработку адаптивного комплекса методов и средств проблемно ориентированного смешанного обучения для обеспечения вышеотмеченных задач (грант РФФИ № 18-413-730018/19).

Анализ текущих образовательных тенденций, нашего опыта работы в сфере лингводидактики, переводоведения и прикладной лингвистики, а также проектов новых стандартов ФГОС ВО 3++ по направлениям социально-гуманитарной подготовки [5] привел нас к выводу, что наиболее актуальными умениями критического мышления для будущей профессиональной деятельности студентов-лингвистов является группа умений, выделенная А.С. Байрамовым [6].

Актуальность развития критического мышления была подтверждена и нашим исследованием, проведенным в образовательном пространстве «Техникум-Бакалавриат-Магистратура», результаты которого показали отсутствие положительной динамики в развитии критического мышления у студентов, изучающих иностранные языки, от одного образовательного уровня к другому [7].

Рассмотренная нами методология, комбинация дидактических подходов, использование авторской модели смешанного проблемно ориентированного обучения иностранному языку и полученные результаты в рамках фундаментального исследования по гранту РФФИ подтверждали гипотезы нескольких наших педагогических экспериментов о том, что развитие критического мышления способствует более эффективному овладению иностранным языком, в частности вариантами делового английского языка, отраслевого иностранного языка для специальных целей [8].

Теоретической базой нашего исследования в решении вопроса о методическом обеспечении процесса развития критического мышления стали идеи американских ученых Дж. Стил, К. Мередит, Ч. Темпл, разработавших технологию развития критического мышления через чтение и письмо (КМЧП), состоящую из трех технологических этапов, каждый из которых предполагает использование определенной комбинации педагогических методов и приемов в авторской версии [9; 10]. Основываясь на данной технологии, мы разработали адаптированную версию данной технологии и внедрили в пе-

дагогический эксперимент, организованный на базе кафедры прикладной лингвистики гуманитарного факультета Ульяновского государственного технического университета в 2017–2018 и в 2018–2019 учебных годах, участниками которого стали студенты по направлению подготовки 45.03.02 «Лингвистика». В адаптированном варианте технологии (АКМ) сохраняется исходный технологический алгоритм «вызов-осмысление-рефлексия» и осуществляется отбор методических приемов, способствующих активизации речевой деятельности студентов, что объясняется спецификой будущей профессиональной деятельности студентов-лингвистов.

Таким образом, с опорой на наши трехлетние исследования развития критического мышления на группах студентов на базе разных обучающих подходов и технологий, а также педагогических материалов нами было принято решение организовать лонгитюдное исследование с целью мониторинга динамики формирования вышеперечисленных умений критического мышления у наших студентов.

Лонгитюдное исследование, или *лонгитюдный метод исследования*, также еще называют методом «продольных срезов» и противопоставляют методу «поперечных срезов». Если метод поперечных срезов предполагает диагностику некой переменной единовременно у испытуемых разных возрастных групп, то метод продольных срезов предусматривает многократную диагностику изучаемого показателя у одной и той же выборки испытуемых. Лонгитюдное исследование также рассматривается в контексте поиска отсроченных экспериментальных эффектов [11]. Под *отсроченным экспериментальным эффектом* (или *латентным эффектом*) при этом понимается тот факт, что многие методы не дают моментального эффекта, но результат может проявиться много позже после окончания педагогического эксперимента [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Наше лонгитюдное исследование динамики развития критического мышления у студентов-лингвистов осуществлялось в несколько этапов: 2017–2018 уч. год (с применением АКМ); 2018–2019 уч. год (с применением АКМ); 2019–2020 уч. год – проверка отсроченного экспериментального эффекта (без применения АКМ). Уровень критического мышления студентов в экспериментальной и контрольной группе замерялся каждый учебный год до внедрения АКМ (констатирующий этап исследования) и по завершении педагогического эксперимента (результативно-оценочный этап исследования). Для диагностики уровня сформированности навыков критического мышления был использован тест-опросник критического мышления, представленный на портале «Психология и методология образования» (умения критически мыслить по Байрамову) (рис. 1).

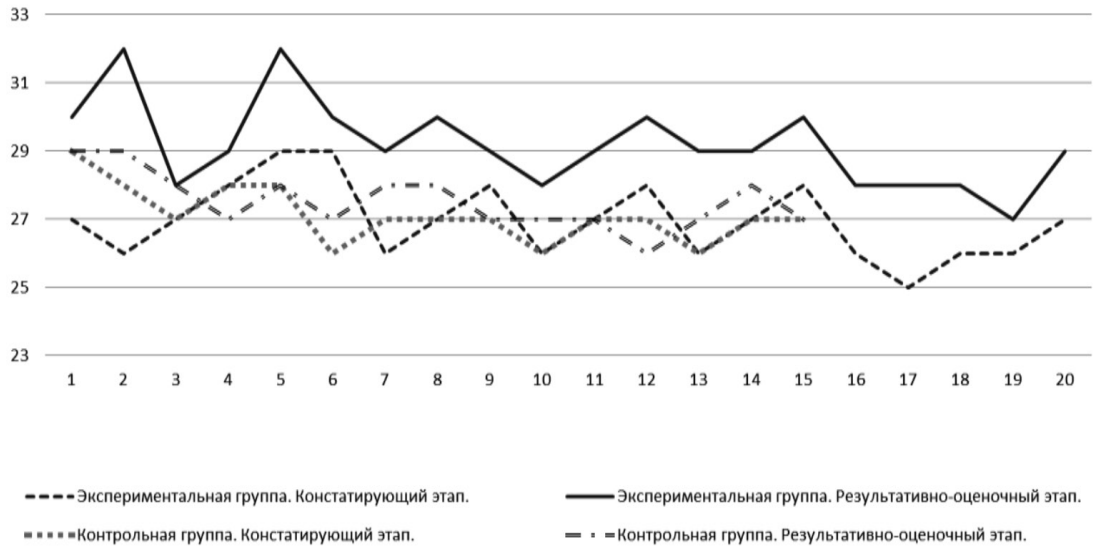


Рис. 1. Уровень развития критического мышления у студентов-лингвистов в экспериментальной и контрольной группах на констатирующем и результативно-оценочном этапах эксперимента в 2017–2018 уч. году

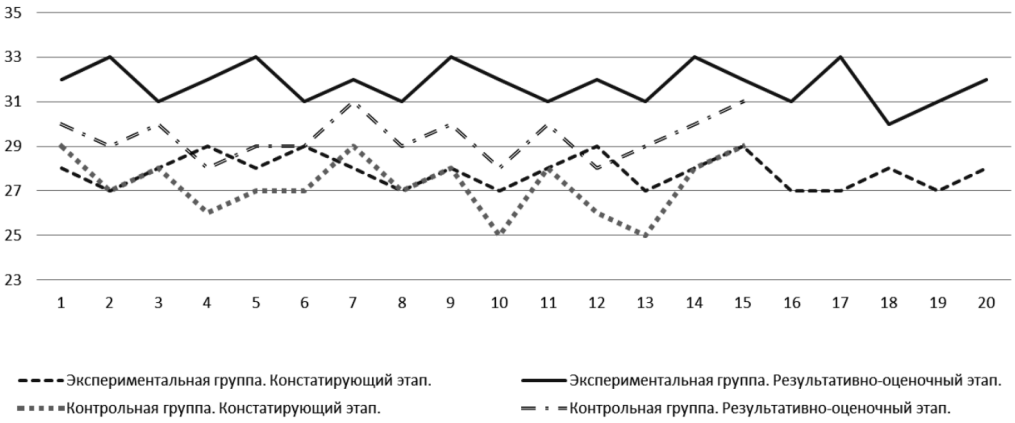


Рис. 2. Уровень развития критического мышления студентов-лингвистов в экспериментальной и контрольной группах на констатирующем и результативно-оценочном этапах эксперимента в 2018–2019 уч. году

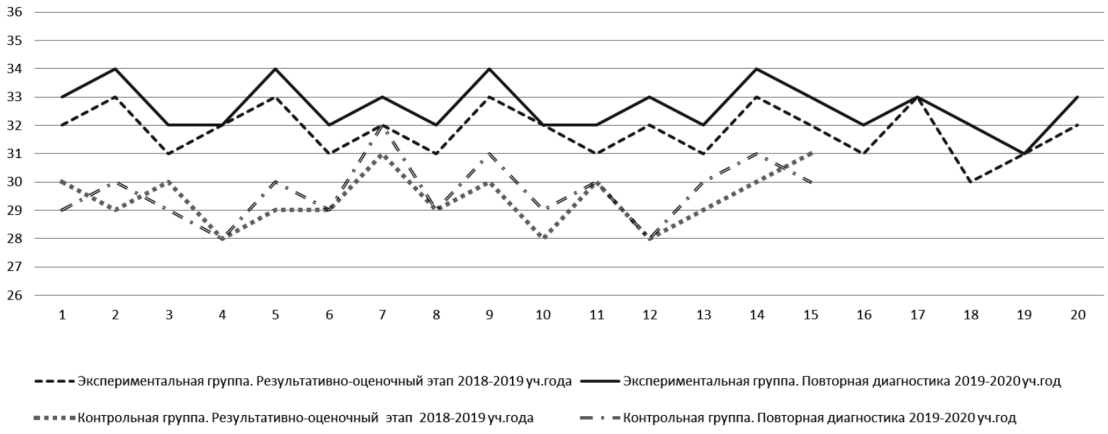


Рис. 3. Уровень развития критического мышления студентов-лингвистов в экспериментальной и контрольной группах на результативно-оценочном этапе эксперимента в 2018–2019 уч. году и при повторной диагностике в 2019–2020 уч. году

Результаты диагностики, полученные после первого года внедрения АКМ в 2017–2018 уч. году, были статистически проанализированы. Статистический метод U-критерий Манна-Уитни позволил определить, что уровень КМ в экспериментальной группе выше, чем в контрольной группе ($p \leq 0,01$), и полученная разница входит в зону значимости с показателем $U_{Эмп} = 40$ (при $U_{Кр\,0,01} = 80$; $U_{Кр\,0,05} = 100$) [13].

Статистический анализ результатов диагностики КМ второго года педагогического эксперимента (2018–2019 уч. год) также подтверждает, что уровень КМ в экспериментальной группе студентов выше ($p \leq 0,01$), чем в контрольной группе с $U_{Эмп} = 11,5$ (при $U_{Кр\,0,01} = 80$; $U_{Кр\,0,05} = 100$). Как видно из расчетов, $U_{Эмп}$, полученное после второго года исследования, уменьшилось, что указывает на большую разницу между уровнем КМ студентов в экспериментальной группе и контрольной группе, то есть уровень КМ студентов экспериментальной группы стал еще выше по сравнению с первым годом исследования (рис. 2).

В 2019–2020 учебном году АКМ уже не внедрялась в учебный процесс экспериментальных студентов, но была проведена повторная диагностика уровня КМ в контрольной и экспериментальной группах студентов для определения наличия или отсутствия отсроченного экспериментального эффекта АКМ (рис. 3).

Диагностические данные были интерпретированы с помощью Т-критерия Вилкоксона. Статистические расчеты полученных данных позволяют говорить о том, что уровень КМ в контрольной группе на результативно-оце-

ночном этапе в 2018–2019 уч. году и при повторной диагностике в 2019–2020 уч. году имеет небольшой рост, но не входит в зону статистической значимости, что говорит о незначительной динамике развития КМ в контрольной группе студентов.

В экспериментальной группе студентов также осуществлялся статистический расчет полученных данных об уровнях КМ в 2018–2019 и в 2019–2020 уч. годах с помощью Т-критерия Вилкоксона (табл. 1).

Полученное эмпирическое значение ($T_{Эмп} = 10$) говорит о том, что статистические данные входят в зону значимости (рис. 4). Соответственно, можно сделать выводы о том, что уровень КМ в экспериментальной группе при повторной диагностике в 2019–2020 уч. году выше, чем был на результативно-оценочном этапе педагогического эксперимента в 2018–2019 уч. году, то есть, на наш взгляд, прослеживается наличие отложенного экспериментального эффекта авторской технологии АКМ.

Рис. 4. Ось значимости для $T_{Эмп} = 10$

При статистическом анализе уровня КМ у студентов в экспериментальной и контрольной группе при повторной диагностике в 2019–2020 учебном году использовался U-критерий Манна-Уитни (табл. 2).

Полученные расчеты ($U_{Эмп} = 6,5$ при $U_{Кр\ 0,01} = 80$; $U_{Кр\ 0,05} = 100$) входят в зону значимости и показывают, что уровень КМ у студентов в экспериментальной группе выше, чем в контрольной группе (рис. 5).

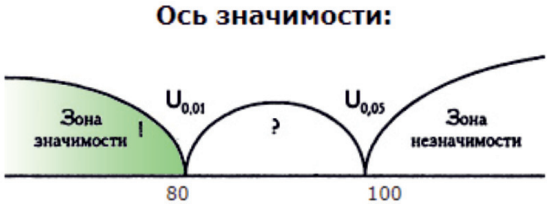


Рис. 5. Ось значимости для $U_{Эмп} = 6,5$

Выводы

Результатами наших исследований и комплекса педагогических экспериментов с группами обучающихся подтверждается необходимость и эффективность организации методического и дидактического обеспечения, способного стимулировать развитие их критического мышления.

Пролонгированное исследование динамики развития критического мышления студентов-лингвистов явно продемонстрировало, что предложенные нами подходы и реализованный вариант технологии развития КМ способствуют развитию умений критического мышления и имеют отложенный экспериментальный эффект.

Таблица 1

Ранжирование данных об уровне КМ в экспериментальной группе студентов

№	«До»	«После»	Сдвиг ($t_{после} - t_{до}$)	Абсолютное значение сдвига	Ранговый номер сдвига
1	32	33	1	1	12
2	33	34	1	1	12
…	…	…	…	…	…
20	32	33	1	1	12
Сумма рангов нетипичных сдвигов:					10

Таблица 2

Ранжирование данных об уровне КМ в экспериментальной и контрольной группе студентов в 2019–2020 уч. году

№	Выборка 1	Ранг 1	Выборка 2	Ранг 2
1	33	28,5	29	5
2	34	33,5	30	10
…	…	…	…	…
20	33	28,5		
Суммы:		503,5		126,5

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ по проекту № 18-413-730018/19 «Методы и средства проблемно ориентированного смешанного обучения иностранному языку и переводу для специальных целей» (руководитель проекта – Соснина Е.П.).

Список литературы

1. Chris Dede. Comparing Frameworks for 21st Century Skills, Harvard Graduate School of Education, 2009. 16 p.

2. The Definition and Selection of Key Competencies, OECD. 2005. [Electronic resource]. URL: http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf (date of access: 29.04.2020).

3. Щеглова И.А. О роли критического мышления в зарубежных образовательных системах // Наука и школа. 2018. № 6. С. 193–200.

4. Белоус В.В., Боязитова И.В., Ромащенко С.В. Исследование навыков критического мышления и их эффективности у студентов на разных этапах обучения в вузе // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2016. Т. 5. № 6А. С. 189–201.

5. ФГОС ВО (3++) по направлению подготовки 45.00.00 Языкознание и литературоведение (бакалавриат). 2018. 17 с. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24/95 (дата обращения: 29.04.2020).

6. Байрамов А. С. Динамика развития самостоятельности и критичности мышления у детей младшего школьного возраста: дис. … докт. психол. наук. Баку, 1968. 752 с.

7. Старостина Н.Н. Степень развития критического мышления студентов в комплексе образовательных уровней «техникум – бакалавриат – магистратура» // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=26762 (дата обращения: 29.04.2020).

8. Соснина Е.П., Старостина Н.Н. О влиянии критического мышления на качество освоения иностранного языка для специальных целей // Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2019. Т. 21. № 67. С. 29–37.

9. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке. М.: Просвещение, 2011. 223 с.

10. Temple C., Steele J., Meredith K. RWCT Project: Reading, Writing, Discussion in every discipline: Guidebook III. International Reading Association for RWCT, Washington, 1996. 148 p.

11. Корнилов С.А. Лонгитюдные исследования: теория и методы // Экспериментальная психология. 2011. Т. 4. № 4. С. 101–106.

12. Кордуэлл М. Психология. А-Я: словарь-справочник / Пер. с англ. К.С. Ткаченко. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. 448 с.

13. Старостина Н.Н., Лукьянова М.И., Гмызина Г.Н. Развитие критического мышления студентов в процессе изучения иностранного языка // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Акмеология образования. Психология развития. 2019. Т. 8. № 2 (30). С. 104–111.

УДК 378.4

ИНФОРМАЦИОННО-МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ ДИСЦИПЛИНАРНОЙ КОНВЕРГЕНЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

Штагер Е.В.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: elena-shtager@mail.ru

Конвергенция является новой формой образовательной среды, достигается посредством междисциплинарности всех форм научного знания и выступает в качестве основополагающей категории функционирования систем современной науки. В статье представлены результаты разработки информационно-мировоззренческого аспекта дисциплинарной конвергенции образовательной среды инженерного вуза, предполагающего комплексное обоснование методологических принципов и организационно-методических мероприятий по реализации междисциплинарной стратегии проектирования содержания циклов инженерной подготовки. При этом вводится понятие дисциплинарной конвергенции инженерного вуза как целенаправленной процедуры реализации междисциплинарной структуры содержания политехнической подготовки, актуализирующей процесс формирования фундаментального ядра инженерии. Общенаучной базой исследования выбрана методология системного подхода, позволившая разработать универсальный алгоритм дисциплинарного синтеза всех циклов обучения на базе информационной модели междисциплинарных связей. В качестве дидактического продукта междисциплинарной интеграции выступают междисциплинарные цикловые комплексы, управляющим алгоритмом функционирования которых является методология строения и развития общефилософской категории «научная картина мира». Показано, что включение методологических оснований данной категории в процесс организации целостности обучения инженера обеспечивает формы синтеза научного знания на всех уровнях образовательной среды. Приведен пример методологической организации образовательного пространства инженерного вуза на базе междисциплинарного подхода.

Ключевые слова: инженерное образование, информационная модель междисциплинарных связей, стратегия системного моделирования, междисциплинарность, уровни конвергенции знаний

INFORMATION AND WORLDVIEW ASPECT OF DISCIPLINARY CONVERGENCE OF ENGINEERING UNIVERSITY

Shtager E.V.

Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: elena-shtager@mail.ru

Convergence is a new form of educational environment, achieved through the interdisciplinary nature of all forms of scientific knowledge and acts as a fundamental category of the functioning of modern science systems. The article presents the results of the development of the information and world view aspect of the disciplinary convergence of the educational environment of the engineering university, which involves a comprehensive justification of methodological principles and organizational and methodological measures for the implementation of the interdisciplinary strategy of designing the content of cycles of engineering training. At the same time, the concept of disciplinary convergence of the engineering university is introduced as a purposeful procedure for implementation of the interdisciplinary structure of the content of polytechnic training, which actualizes the process of formation of the fundamental core of engineering. The methodology of the system approach, which allowed to develop a universal algorithm of disciplinary synthesis of all training cycles on the basis of the information model of interdisciplinary ties, was chosen as the national scientific basis of the study. As a didactic product of interdisciplinary integration are interdisciplinary cycle complexes, the algorithm of functioning of which is controlled by the methodology of construction and development of the general phylosophical category «scientific picture of the world.» It is shown that the inclusion of methodological bases of this category in the process of organizing the integrity of the engineer ‘s training provides forms of synthesis of scientific knowledge at all levels of the educational environment. An example of methodological organization of educational space of engineering university within the framework of interdisciplinary approach is given.

Keywords: engineering education, information model of interdisciplinary connections, strategy of system modeling, interdisciplinary, levels of convergence of knowledge

Современная высокотехнологичная среда, обладая ярко выраженными параметрами мобильности и диверсификации, предъявляет новые требования к качеству вузовской подготовки. Теоретическое осмысление целей и задач современной инженерии, анализ актуальных компетенций инженерных кадров в области приоритетных направлений развития техники и технологий показывают, что современное образование должно базироваться на системном синтезе дисциплин всех циклов обучения (Science, Technology, Engineering and Mathematics – STEM) [1]. Такой подход позволяет наиболее эффективно формировать у студентов единую целостную картину мира, парадигмальный возврат к которой постулируется новым научно-технологическим укладом, характеризующимся глобальной конвергенцией в сфере взаимодействия технологий, науки и человека [2]. В настоящее время конвергенция является ведущей идеей в развитии современного научного знания, а междисциплинарность, достигае-

мая посредством конвергенции, становится новой формой фундаментальности науки и образования.

Необходимо заметить, что в современном образовании конвергентные идеи уже «включены в работу» – культурологическая парадигма образования, компетентностная модель. Рядом исследователей конвергентное образование рассматривается с позиций когнитивных технологий, ориентированных не столько на усвоение предметного содержания учебных дисциплин, сколько на формирование способов мышления и деятельности. Такой подход позволяет переориентировать научную деятельность с познавательной функции на проектно-конструктивную [3]. Ученые-естественники в большинстве своем задачу конвергенции знаний пытаются решать посредством включения в образовательные программы технических вузов блоков гуманитарных дисциплин, как правило, самостоятельных по отношению к конечной целевой направленности подготавливаемых специалистов. Предлагается организация так называемого сдвоенного бакалавриата, предполагающего механическое объединение нескольких учебных программ для одного направления подготовки. При этом выказывается совершенно обоснованная озабоченность отсутствием единой мировоззренческой концепции, которая придавала бы целесообразность «механическому» объединению учебных программ [4]. Межпредметные связи, как фундаментальная категория педагогической науки, также рассматриваются как конвергентная педагогическая технология, реализующая теоретико-практические основы межпредметного взаимодействия учебных дисциплин [5]. Однако специальных научных теорий, необходимых для реализации междисциплинарных подходов к обучению, не представлено. Проблема проектирования междисциплинарных образовательных программ, так называемый дизайн учебных программ, остается в стадии декларирования. Тем самым феномен междисциплинарности можно считать не достаточно изученным и весьма актуальным в социально-педагогическом научном дискурсе.

Целью исследования является разработка информационно-мировоззренческого аспекта дисциплинарной конвергенции образовательной системы инженерного вуза. Этот аспект построения общей концепции процесса обучения предполагает выявление методологических принципов и организационно-методических основ междисциплинарной стратегии проектирования содержания всех циклов инженерной подготовки. Под дисциплинарной конвергенцией будем понимать целенаправленную процедуру реализации междисциплинарной структуры содержания политехнической подготовки, актуализирующую процесс формирования фундаментального ядра инженерии.

Материалы и методы исследования

Проблема проектирования целостного дисциплинарного образовательного пространства подготовки специалиста в техническом университете особенно актуальна в силу следующих обстоятельств. Во-первых, произошли существенные изменения в представлениях общества о целях и содержании образования как такового, приведшие к «возрождению» в образовательной парадигме запроса на формирование научного мировоззрения на базе фундаментальной категории целостности научной картины мира. Приоритет методологически значимых ценностей над узкоспециализированными образовательными задачами оптимизирует профессиональное развитие обучающихся в быстро изменяющихся социально-экономических и технологических условиях. Во-вторых, постоянно растущая интеграция технической информации, многопрофильность типов и схем современной инженерии изменили требования к характеру и качеству профессиональной подготовки специалистов. Появление новых типов теоретических и практических задач, отличающихся системным и междисциплинарным характером, нестандартностью, глобальностью возможных последствий, обусловливает необходимость конструирования процедур комплексной интеграции любого знания.

Доминирование в современной науке парадигмы целостности формирует генеральное методологическое основание реализации конвергентного подхода в образовательном процессе. Для построения целостной системы знаний все дисциплины должны быть объединены единой целевой функцией, объектом исследования и технологией построения образовательного процесса. Комплексное решение этой проблемы возможно на основе методологии системного подхода, позволяющей наиболее эффективно реализовать интегративную функцию самой конструкционной схемы системного проектирования. Данная функция проявляется в том, что системное изучение различных явлений и эффектов в науке предполагает использование общей универсальной ориентировочной основы действий как способа организации исследования. Такая основа действий направлена на поэтапное раскрытие функций, структуры и процессуальных характеристик изучаемого явления. Необходимо отметить, что данная методологическая база признана

в качестве основополагающей схемы рассмотрения поведения сложных динамических систем и включает в себя процедуру построения когнитивной модели исследуемого процесса, структурную интерпретацию проблем взаимодействия элементов системы, поиск стратегий достижения цели, обоснование возможных сценариев развития системы [6].

Целостность учебного процесса определяется возможностью построения иерархического ряда взаимосвязанных информационных моделей учебных дисциплин и их адекватностью принципам организации научного знания, отражающего единство и многообразие окружающего мира. Системообразующим фактором таких моделей, очевидно, должен стать комплекс межпредметных категорий, вокруг которых можно структурировать научную и учебную информацию в процессе преподавания. Одной из таких категорий-инвариантов является понятие «научная картина мира», представляющее собой целостное структурное образование между когнитивным слоем мировоззрения и теорией. Объединение фундаментального знания учебных курсов вокруг стержневых идей современной картины мира позволяет решить проблему дисциплинарной конвергенции инженерного образования. Формирование понятия «научная картина мира» по своей сути осуществляется на основе анализа и синтеза базовых общенаучных концепций. Эту комплексную целостность взаимодействия анализа и синтеза, по аналогии с конвергентными процессами, происходящими в развитии современной науки, следует рассматривать и как механизм, и как результат освоения междисциплинарного знания.

Применены следующие методы исследования: теоретико-методологический анализ научной литературы по проблеме исследования; анализ стандартов и программ; диагностические методы (анкетирование, тестирование); ретроспективный анализ личной научно-педагогической деятельности по реализации процесса интеграции фундаментального инженерного знания ряда направлений инженерного бакалавриата.

Результаты исследования и их обсуждение

Применение технологии системного подхода позволило разработать процедуру проектирования информационной модели междисциплинарных связей (ИММС) и предложить стратегию дисциплинарной конвергенции инженерной подготовки.

Первая задача системного проектирования предполагает необходимость разработки двух взаимосвязанных проблем: целеформирования и целераспределения. Для образовательной системы инженерного вуза целеформирование как выбор общей цели системы однозначно постулирован фундаментальной идеей современной образовательной парадигмы: формирование научного мировоззрения на базе системных представлений о структуре и содержании научной картины мира. Для определения оптимальной стратегии целеформирования необходимо решить задачу целераспределения, предполагающую декомпозицию общей цели на подцели, выступающие ориентирами организации функциональных подсистем различных уровней. Сущностный анализ квалификационных компетенций, необходимых для решения профессиональных инженерных задач, позволил выделить следующие системообразующие конструкты подцелей подготовки: методологическая компонента (гносеологический аспект учебной информации); мотивационные установки (аксиологический аспект информационных структур); знаниевая компонента (эпистемологический аспект дидактических единиц образовательных программ); технико-ориентированная компонента (праксиологический аспект профессиональных видов деятельности). Объединение всех компонент целеполагания в интегрированный комплекс фундаментальной цели инженерной подготовки можно трактовать как методологию дисциплинарной конвергенции научно-технологического знания инженерии.

Сформированный комплекс целеполагания «руководит» следующим этапом дисциплинарной конвергенции – определение базовой категории исследуемой системы как основания общей ориентации ИММС. Базовая категория по своей сути есть обобщенный профессионально-деятельностный конструкт (ОПДК), различные проявления которого изучаются в каждом цикле инженерной подготовки, реализуют его целевую направленность и позволяют построить содержательный аспект обучения в техническом вузе в виде целостного информационного комплекса.

Осуществляя поиск ОПДК, необходимо было исходить из многофункционального характера современной инженерии, предполагающего наличие своеобразного симбиоза знаний разного профиля по созданию и эксплуатации технических сооружений. Рассматривая назначение, технологические параметры, структурную организацию современных технических конструкций, можно сказать, что любая техническая конструкция по своей сути является сложной

технической системой, состоящей из множества взаимосвязанных элементов, обладающих общим свойством, не сводящимся к свойствам этих элементов по отдельности. Значит категорию «Техническая система» можно позиционировать в качестве конкретно научной сущности ОПДК в образовательном пространстве подготовки инженеров. Дисциплинарными образами технических систем (ТС) являются базовые структуры различных инженерных специализаций: «механическая система», «электротехническая система», «теплотехническая система» и т.д.

Междисциплинарность системообразующей функции понятия «техническая система» проявляется в том, что описание процессов в любой ТС синтезирует как теоретические методы естествознания (физические теории), так и практико-ориентированные основы инженерных дисциплин специализаций. В этом смысле можно говорить о генетической взаимосвязи естественных и технических наук в общей системе современного научного знания, что реализует ключевой принцип конвергентного образования – междисциплинарный синтез.

Для осуществления процедуры диагностики содержания учебной информации инженерных дисциплин на предмет проявления в них междисциплинарных концептов сформирован следующий комплекс интегративных параметров ТС:

– уровень изучения «поведения» ТС: мировоззренческий; теоретический общенаучный; практико-ориентированный и профессионально-деятельностный. Данный параметр реализует, соответственно, гносеологический, аксиологический, эпистемологический и праксиологический аспекты информационных структур;

– уровни научности предметного знания дисциплин. Данный параметр позволяет все технические системы разделить на два типа – идеальные, образованные естественными абстракциями (материальные точки, абсолютно твердые тела), и реальные, сформированные деформируемыми твердыми телами и гидрогазообразными субстанциями;

– принцип «поведения» каждого вида ТС, позволяющий выявить специфическое уравнение описания состояния ТС: динамика – статика.

На базе сформированного комплекса параметров «жизнедеятельности» ТС решается задача раскрытия структуры ИММС, так называемая конструкционная оптимизация. Для этого информационное содержание учебных дисциплин исследуется на предмет наличия в них тех или иных параметров ТС, и, как следствие, устанавливаются логико-понятийные связи между конкретным набором учебных предметов на уровне всех дидактических элементов. В результате осуществления этой процедуры появляется реальная возможность построения междисциплинарного информационного графа (информационная модель междисциплинарных связей) для каждого направления инженерной подготовки.

Исследование особенностей проявлений интегративных параметров ТС на всем спектре учебных дисциплин позволяет выявить образовательные «точки перехода» – дисциплины, содержание которых наиболее «рефлексивно» по отношению к системным параметрам ТС. На базе таких дисциплин формируются междисциплинарные цикловые комплексы (МЦК), в которых эти дисциплины выполняют функцию фундаментального ядра научно-предметного знания.

При разработке концептуальных основ междисциплинарных образовательных технологий, организующих функционирование МЦК, применяется методология строения общефилософской категории «научная картина мира» [7]. Путем включения методологических принципов данной категории в процесс представления фундаментального ядра учебных дисциплин реализуются все формы синтеза современного знания инженерии, что позволяет организовать информативную целостность политехнической подготовки. Так:

– сущностное содержание категории «научная картина мира» требует синтеза фундаментальных научных знаний, что осуществляется путем включения в структуру предметной информации учебных дисциплин методологических оснований науки, имеющих основополагающее значение для всех сфер инженерии. К таким инвариантам знаний относят принципы современной физики, глобального эволюционизма, синергетики. Система методологических законов организации современной научной картины мира «руководит» уровнем трансдисциплинарной интеграции содержания политехнического образования;

– междисциплинарный синтез инженерного знания реализуется на базе представлений о «естественно-научной картине мира» как основном концепте научной картины мира, предоставляющем сведения о структуре и свойствах общефилософской категории «материя» для всех сфер современного естествознания;

– доминирующее положение в комплексе естественных наук занимает «физическая картина мира», методологический принцип соответствия которой позволяет системно объединить физику и естественные науки

вокруг фундаментальных идей современной физической картины мира. Тем самым реализуется внутридисциплинарный синтез научного знания как методологический регулятив интеграции знания в рамках отдельных наук инженерных специализаций.

Описанная в статье стратегия дисциплинарной конвергенции положена в основу организации обучения инженерным специальностям Дальневосточного федерального университета, для которых основным объектом изучения является внедисциплинарная семантическая категория «механическая система». Согласно выстроенной логике исследования, весь спектр учебных предметов разделился на три МЦК, уровни интеграции дисциплин в которых позволили говорить о следующем целевом назначении цикловых комплексов: пропедевтический (дисциплины гуманитарно-экономического цикла + история отрасли), фундаментальный (дисциплины математического и естественно-научного циклов) и профильный (общепрофессиональный цикл и соответствующие дисциплины специализации). Взаимодействие данных МЦК в общей системе инженерной подготовки осуществляется посредством гносеологических зон перехода, транслирующих информационное содержание дисциплин – «точек перехода», что позволяет синтезировать гуманитарное, естественно-научное и техническое знание. Так, в качестве «точки перехода» между первым и вторым МЦК проявилась дисциплина «Философия познания», предоставляющая фундаментальные элементы знаний о целостном характере современного естествознания, о системной структуре инженерного познания и инженерной деятельности. «Точку перехода» от фундаментального МЦК к профильному образует «Теоретическая механика», научное и предметное содержание которой реализует одновременно и методологическую компоненту инженерных знаний, и практико-ориентированную компетентностную структуру. Посредством применения системы межпредметных инвариантов (фундаментальное содержание категории «научная картина мира») к структурированию научных понятий теоретической механики был сформирован граф категориально-понятийной структуры механики, представленный в виде своеобразного паттерна. Функциональные характеристики данного паттерна позволили содержание всех дисциплин внутри каждого МЦК представить в виде взаимосвязанных понятийных блоков (фундаментальные понятия, принципы, законы). Такой подход позволяет организовать единую систему ориентировки во всем множестве базовой инженерной информации [8].

Единство процессуальных характеристик функционирования МЦК обеспечивается реализацией общего алгоритма проектирования учебно-методических комплексов дисциплин, представляющего собой следующую программу действий: представить научную теорию дисциплины в виде понятийного графа; сформировать на этой основе логико-дидактическую структуру учебного предмета; разработать соответствующее учебно-методическое сопровождение, реализующее междисциплинарные требования к образовательным результатам.

Заключение

На основе анализа тенденций развития современной образовательной среды автором выделены и обоснованы организационно-методические процедуры проектирования междисциплинарной стратегии инженерной подготовки. Показано, что дисциплинарная конвергенция инженерного вуза, понимаемая как целенаправленный процесс реализации междисциплинарной структуры содержания политехнической подготовки, предполагает необходимость формирования, в первую очередь, информационной модели междисциплинарных связей для каждого политехнического направления. Для решения этой задачи необходимо выполнение следующих конструкционных мероприятий: решение проблемы целеформирования и целераспределения модели; поиск базовой категории модели как системообразующего основания; раскрытие на этой основе информационной структуры модели. В качестве дидактического продукта междисциплинарной интеграции выступают междисциплинарные цикловые комплексы, управляющим алгоритмом функционирования которых является методология строения и развития общефилософской категории «научная картина мира». Показано, что включение методологических оснований данной категории в процесс организации целостности обучения инженера обеспечивает формы синтеза научного знания на всех уровнях образовательной среды: внутрипредметном, междисциплинарном и трансдисциплинарном. Тем самым реализуется идея конвергенции содержания образования как средства повышения уровня интеграции, что напрямую коррелирует с фундаментальной целью инженерной подготовки – формирование целостного мировосприятия и научного мировоззрения будущего специалиста. Приведен пример методологической организации образовательного процесса инженерного вуза в рамках междисциплинарного подхода.

Следует отметить, что представленный подход комплексного моделирования целостной системы инженерной подготовки не предполагает жестко детерминированных принципов и форм организации учебного процесса для всего многообразия дисциплин. Предложен общий методологический регулятив организации процесса обучения, позволяющий сформулировать универсальные требования к проектированию междисциплинарных образовательных программ инженерного вуза.

Список литературы

1. Барбер М., Доннелли К., Ризви С. Накануне схода лавин: высшее образование и грядущая революция / пер. с англ. Н. Микшиной // Вопросы образования. 2013. № 3. С. 152–222.

2. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6. № 1–2. С. 13–23.

3. Свечкарев В.П. Конвергентное образование на основе когнитивных технологий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1. Ч. 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2887/ (дата обращения: 20.03.2020).

4. Новиков А.Н. Конвергенция образовательных программ бакалавриата в университетском образовании // Ученые записки ЗабГУ. 2017. Т. 12. № 5. С. 20–26. DOI: 10.21209/2542-0089-2017-12-5-20-26.

5. Алиева Н.З., Некрасова Е.Г. Телесность человека в среде конвергентных технологий // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10370 (дата обращения: 20.03.2020).

6. Горелова Г.В. Модель глобальной безопасности и устойчивости, основные индикаторы устойчивого развития // Инженерный вестник Дона. 2010. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/215/ (дата обращения: 20.03.2020).

7. Ефименко В.Ф. Физическая картина мира и мировоззрение. Владивосток: ДВГУ, 1997. 160 с.

8. Штагер Е.В. Основы концептуального синтеза базового знания механики // Фундаментальные основы механики: материалы Международной научно-практической конференции. Новокузнецк: НИЦ МС, 2018. С. 8–11.

УДК 37.01

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УРОКА ОБЩЕМЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ – ОБОБЩЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Якунчев М.А., Романова Е.Н., Киселева А.И., Андреева А.Д.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», Саранск, e-mail: ekaterina.yarlychkowa@yandex.ru

В статье обосновывается необходимость применения технологии проектирования урока общеметодологической направленности – обобщения учебного материала как одной из востребованных форм организации предметной подготовки обучающихся общеобразовательной школы. Его сущность выражается в обобщенном суждении, указывающем на реализацию процесса целенаправленного взаимодействия учителя и обучающихся в аспекте выделения общего и существенного в изучаемых объектах (предметах, явлениях, событиях), построения ядра понятий при их объединении в единую знаниевую картину для лучшего ее понимания, запоминания и использования в учебных ситуациях. С опорой на предложенное определение авторами разработана соответствующая технология, проверенными элементами которой являются предварительный, целеполагающий, методический и оценочный. Первый из них предполагает выполнение работы по определению места темы урока-обобщения в конкретном разделе, изучаемом курсе, а также по ее формулированию в обобщающем ключе. Второй элемент касается определения задач урока-обобщения в направлении достижения предметных и метапредметных результатов подготовки обучающихся. Третий элемент технологии призван обеспечить разработку и реализацию собственно методики использования понятий обобщающего ряда для выстраивания обучающимися целостной знаниевой картины. Четвертый элемент технологии ориентирует на определение и использование оптимальных критериев оценивания полученных результатов подготовки на уроке обобщения учебного материала. Как показала экспериментальная апробация предложенной технологии в процессе обучения старшеклассников, она вполне может обеспечивать повышение качества подготовки в направлении достижения ими запланированных результатов предметного и метапредметного содержания.

Ключевые слова: общеобразовательная школа, процесс обучения, педагогические технологии, технология проектирования урока общеметодологической направленности – обобщения учебного материала

TECHNOLOGY OF DESIGNING A LESSON OF A GENERAL METHODOLOGICAL DIRECTION – GENERALIZATION OF EDUCATIONAL MATERIAL

Yakunchev M.A., Romanova E.N., Kiseleva A.I., Andreeva A.D.

Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evsev'ev, Saransk, e-mail: ekaterina.yarlychkowa@yandex.ru

In the article substantiates the necessity of applying design technology lesson General methodological orientation – generalization of the training material as one of the most popular forms of organization of subject training of students of secondary school. Its essence is expressed in a generalized judgment, pointing to the implementation of the process of purposeful interaction between teachers and students in terms of allocation of common and essential in the studied objects (objects, phenomena, events), build the core concepts when combining them into a unified picture of knowledge to better understand, remember and use in training situations. Based on the proposed definition, the authors have developed the appropriate technology, proven elements of which are preliminary, goal-setting, teaching and assessment. The first of these involves the performance of work on the determination of the place of subject of the lesson-summarize in a specific section of the study course, as well as in its formulation in a generalized way. The second element concerns the definition of the objectives of the lesson-generalizations towards the achievement of subject and metasubject results of training of students. The third element technology is designed to ensure the development and implementation of proper methods of use of the concepts of the synthesis of a number of students for building a coherent knowledge of the picture. The fourth element of the technology focuses on identifying and using the optimal criteria of assessment of the obtained results preparation lesson of generalization of the training material. As shown by experimental testing of the proposed technology in the learning process, high school students, it may improve the quality of training towards achieving their planned results of disciplinary and interdisciplinary content.

Keywords: secondary school, the learning process, pedagogical technologies, technology for designing a lesson of a general methodological orientation – generalization of educational material

В связи с изменениями требований к освоению основной образовательной программы основного общего и среднего общего образования происходит серьезная модернизация учебного процесса. Наблюдается расширение спектра типов урока как приоритетной формы организации предметной подготовки. Наряду с традиционными типами уроков по цели организации занятия и характеру его содержания, по характеру познавательной деятельности обучающихся, по месту урока в изучаемом предмете сегодня особенно востребованными стали уроки по целеполаганию в отношении полноценной реализации определенных видов деятельности обучающихся для успешного усвоения ими содержания учебного материала. К конкретным их вы-

разителям относят такие типы, как урок открытия новых знаний, урок обретения новых умений и способов действия, урок рефлексии, урок развивающего контроля и урок общеметодологической направленности. Все они сегодня стали востребованными учителями в направлении реализации одной из фундаментальных основ новых стандартов общего образования – системно-деятельностного подхода к организации образовательного процесса. В связи с этим каждый из обозначенных типов уроков требует теоретического осмысления в аспекте определения структурных компонентов с представлением в определенной полноте их соответствующих содержательных характеристик. Более того, с опорой на них чрезвычайно важной становится поисковая работа практического характера, предполагающая получение продукта в виде соответствующих технологий организации и проведения урока в общеобразовательной школе. Обозначенные установки в первую очередь должны выполняться в отношении уроков общеметодологической направленности. Именно они предполагают формирование наиболее рациональных методов или способов построения структуры изучаемого материала как знания с соответствующими понятиями для лучшего его осмысления, запоминания и использования в учебных ситуациях и повседневной жизни. Одним из таких методов, обеспечивающих преобразование и конструирование учебной информации, несомненно, является обобщение. Его в полном виде можно представить в следующем суждении – это процесс мысленного выделения каких-либо свойств, принадлежащих некоторому классу предметов; переход от единичного к общему, от менее общего к более общему [1, с. 458]. Как показали диагностические исследования, к сожалению, большая часть обучающихся имеют недостаточные знания о сущности названного суждения и, как следствие, слабые умения по использованию несложных приемов построения изучаемого материала в обобщающем ключе [2, с. 183]. Поэтому существует настоятельная необходимость в использовании обобщения в общеобразовательных целях, чему способствует технологическая основа организации и проведения уроков. Для лучшего представления обозначенной основы нам важно определиться с сущностью урока-обобщения. Полагаем, что такой урок – это форма организации процесса целенаправленного взаимодействия учителя и обучающихся в направлении выделения общего и существенного в изучаемых объектах (предметах, явлениях, событиях), построения ядра понятий при их объединении в единую знаниевую картину для лучшего ее понимания, запоминания и использования в учебных ситуациях [3, с. 45]. В большинстве случаев урок-обобщение проводится на заключительных этапах изучения тем, разделов и курса в целом. Учитывая сущность обобщения как формы мыслительной деятельности, можно утверждать, что оно также нацеливает обучающихся на использование определенных умственных действий, среди которых анализ, сравнение и систематизация. Следовательно, урок-обобщение имеет достаточные возможности для усвоения обучающимися обобщенных знаниевых конструкций, чему будет способствовать предлагаемая нами технология его проектирования.

Цель исследования заключается в обосновании важности применения разработанной авторами технологии организации и проведения одного из уроков общеметодологической направленности – урока-обобщения – с конкретизацией его содержания материалами из школьной биологии. Она также состоит в характеристике соответствующей технологии как комплекса алгоритмов, предвосхищающих достижение обучающимися метапредметных и предметных результатов.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов выступила информация из литературных источников, указывающая на важность применения в процессе реализации новых стандартов общего образования технологий, необходимых для улучшения качества предметной подготовки обучающихся. Для нас также были значимы материалы об обобщении как мыслительном процессе и логическом способе познания объектов окружающей действительности. В ходе выполнения исследования использованы определенные методы: из теоретических – анализ педагогической, психологической и методической литературы, обобщение и систематизация данных о сущности урока общеметодологической направленности и технологии проектирования урока-обобщения; из эмпирических – педагогическое наблюдение, проведение анкетирования и беседы с обучающимися старших классов общеобразовательной школы в отношении значения урока-обобщения для улучшения их предметной подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

Для оптимального представления содержания технологии проектирования урока

общеметодологической направленности – обобщения учебного материала – важно определиться с сущностью ключевых понятий. Таковыми являются «обобщение», «урок-обобщение», «педагогический проект», «педагогическое проектирование» и «технология педагогического проектирования». Первые два из них выражены нами выше по тексту настоящей статьи. Педагогический проект определяется с позиции Е.С. Полат – это разработанные структура и комплекс действий педагога и обучающегося для выполнения конкретной педагогической задачи с уточнением роли и места каждого действия, времени осуществления этих действий, их участников и условий, важных для повышения эффективности образовательного процесса [4, с. 83]. В отношении сущности понятия «педагогическое проектирование» мы соглашаемся с формулировкой В.С. Безруковой, которая справедливо утверждает, что педагогическое проектирование – это процесс создания предположительного варианта предстоящей деятельности обучающихся и педагогов для совместного достижения ими запланированных результатов [5, с. 150]. Причем внимание педагога при этом должно фиксироваться на механизмах протекания и зарождения тех или иных действий. В отношении представления сущности понятия «технология педагогического проектирования» нами принимается позиция В.П. Беспалько – это последовательное и непрерывное выполнение взаимосвязанных между собой компонентов, этапов, состояний педагогического процесса и действий его участников для достижения соответствующих результатов [6, с. 54]. Сформулированные дефиниции с их определенными смысловыми доминантами нами принимаются как теоретические предпосылки для обозначения элементов разработанной нами технологии проектирования урока-обобщения и их характеристик в направлении повышения качества подготовки обучающихся общеобразовательной школы. Представим технологию в обобщенном виде как совокупность элементов – предварительного, целеполагающего, методического и оценочного.

Элемент 1 – предварительный. Он касается выполнения работы по определению места темы урока-обобщения в конкретном разделе и изучаемом курсе в целом. Далее важно обратить внимание на формулировку самой темы урока. Ее лучше выразить на этапе разработки рабочей учебной программы и указать в разделе тематического планирования. Уже сама формулировка темы должна представляться в обобщенном ключе, изначально направляя и учителя, и обучающихся на выполнение соответствующих действий. Собственная практика работы со старшеклассниками показала, что обобщающий ключ лучше «просматривается» при использовании в названии определенных слов. Таковыми являются «общий», «целостный», «комплексный», «глобальный», «взаимодействие» и др. К примеру, в отношении школьной биологии конкретными примерами выражений тем могут быть следующие: «Организм человека как целостная система», «Общие законы действия факторов окружающей среды на организм», «Сущность глобальной экологической проблемы и изменения живой природы», «Общий обзор организма человека» и др. Такие формулировки тем уроков облегчают работу учителя на предварительном этапе его подготовки – определить основную обобщающую идею, отобрать термины и понятия для их выражения в целостной картине, выбрать логические способы представления учебного материала в индуктивном, дедуктивном или ином направлении [7, с. 139]. Учитывая, что уроки-обобщения проводятся, как правило, в конце раздела или курса, обозначенные действия позволяют посмотреть на использование урока такого типа, условно говоря, «со взглядом назад и со взглядом вперед».

Элемент 2 – целеполагающий. Он касается выполнения работы по определению и четкому формулированию учителем целевой установки урока-обобщения. Ее лучше выражать в виде триединой дидактической задачи – обучения, воспитания и развития, которая должна достигаться совместными усилиями учителя и обучающихся. С позиции современных требований к любому уроку, включая и урок-обобщение, следует обязательно указывать ожидаемые результаты в отношении школьников при согласовании с поставленными задачами. Они должны соотноситься с типом урока и содержанием учебного материала, должны быть реальными, достижимыми и контролируемыми. В формулировках задач рекомендуется использовать слова-глаголы, показывающие завершенность действий участников образовательного процесса, что означает реализацию запланированных работ на данном уроке [8, с. 107]. Приведем пример сформулированных задач урока-обобщения в отношении одной из тем школьной биологии «Значение генетических правил, законов и теорий для понимания биологической картины мира». Задачи: 1) обучения – сформировать обобщенное знание о генетической составляющей биологической картины мира на основе использования терминов наиболее общего (универсального) характе-

ра и выражения их содержания с помощью предметного материала; 2) воспитания – способствование становлению научного мировоззрения в процессе научного объяснения явлений наследственности и изменчивости и выстраивания обобщенной схемы генетической составляющей биологической картины мира; 3) развития – сформировать умение выражать учебный материал с помощью логической схемы как целостной картины биологических понятий. В согласовании с задачами результаты подготовки в отношении обучающихся представляются в следующих суждениях: 1) предметные – выражать знание о генетической составляющей биологической картины мира при употреблении терминов наиболее общего (универсального) характера; 2) личностные – демонстрировать убеждение, что генетическая составляющая биологической картины мира является одной из частей научного мировоззрения человека; 3) метапредметные – использовать логическую схему на основе дедукции как общего способа конструирования учебного материала урока. Учитывая сказанное, содержание обобщения, использованного на уроке, можно представить в следующем виде: дедуктивное / понятийное (для выражения генетической составляющей биологической картины мира в определенной логике – естественнонаучная картина мира – биологическая картина мира – генетическая составляющая биологической картины мира, в структуре которой имеются объекты, методы познания, типы объяснения, формы обобщенного выражения генетического материала – понятия, законы, правила, теории.

Элемент 3 – методический. Он касается выполнения работы по определению видов обобщения учебного материала, продумывания и представления отобранного в обобщенном ключе учебного материала, определения методов и средств для его изучения с последующим представлением на уроке продукта в виде обобщенной знаниевой картины [9, с. 153]. Экспериментальные работы, проведенные нами, показали, что не все известные виды обобщений можно использовать в общеобразовательной школе. При рядоположенном их представлении наиболее приемлемыми являются обобщения теоретического и эмпирического, индуктивного и дедуктивного, внутрипредметного и межпредметного смыслов. При опоре на их структуру и логику действий возникает возможность для ясного выражения изучаемой информации в целостной и логически связанной картине. Поэтому учителю важно не только самому иметь четкое представление о них, но и знакомить с ними обучающихся. Это работу лучше выполнять на вводных уроках к курсу, представляя материал концентрированно, и на текущих уроках-обобщениях – имплицитно. Соответствующие действия в таком случае обучающиеся выполняют более осмысленно. К примеру, дедуктивное обобщение состоит из следующей цепи действий: анализа и определения общих признаков объекта – формулирования на их основе общего суждения – конкретизации положений общего суждения – целостного выражения материала об общих признаках объекта. Поэтому им необходимо представлять цепи действий и для других видов обобщения [10, с. 37]. Характеризуя такие цепи, следует утверждать, что каждая из них при изучении учебного материала получает статус приема обобщения. Следовательно, в образовательном процессе целесообразно задействовать приемы дедуктивного, индуктивного, теоретического, эмпирического, внутрипредметного и межпредметного обобщения.

Далее, в соответствии с выбранным видом обобщения и использованием определенного приема следует организовать конкретную работу с учебным материалом. Представим пример выполнения процедуры обучения дедуктивному обобщению на примере рассмотрения учебного материала об экологической проблеме. При использовании обозначенной выше цепи действий алгоритм выполнения работы по обобщению учебного материала представляется в следующем виде.

1. Анализ обучающимися материала пропедевтического содержания для определения общих признаков рассматриваемого на уроке объекта, в качестве которого в данном случае выступает экологическая проблема. Они по специально составленному тексту выясняют изменения природы и окружающей среды под воздействием человека, вызвавшие противоречия, которые и породили экологическую проблему. Аналитическая работа заканчивается формулировкой суждения: «Экологическая проблема – это …».

2. Конкретизация структуры и содержания экологической проблемы как понятия. Для этого обучающиеся просматривают специально подобранный видеоролик и делают записи с использованием соответствующих суждений. При этом учителю важно пояснить, как лучше группировать материал при дедуктивном обобщении. Конкретизирующая работа заканчивается формулировкой составляющих экологической проблемы, которые выступают как ее частные элементы.

<table>
<tr><td colspan="4">Взаимодействие природы и человека как использование естественных ресурсов и условий</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Возникновение экологического противоречия как ответной реакции природы на чрезмерное потребление человеком ее ресурсов и условий</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Появление экологической проблемы как отражение возникшего противоречия на компонентах природы и особенно на состоянии здоровья человека</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Составляющие экологической проблемы</td></tr>
<tr><td>Истощение природных ресурсов – запасов вещества и энергии</td><td>Загрязнение среды жизни чуждыми отходами производства, дополнительной энергией и информацией</td><td>Сокращение генетического, экосистемного, таксономического и видового разнообразия</td><td>Ухудшение состояния здоровья человека, появление неизвестных ранее болезней</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Экологическая проблема как явление глобального характера: затрагивает природу Земли, касается всех людей планеты, решается усилиями человечества и без отлагательства</td></tr>
</table>

Целостная знаниевая картина об экологической проблеме как глобальном явлении

3. Определение и выражение материала об общих признаках рассматриваемого объекта – экологической проблемы. Для этого обучающиеся работают с интернет-источниками. Обобщающая работа заканчивается формулированием суждений о сущности экологической проблемы как глобального явления.

4. Создание целостной знаниевой картины об экологической проблеме с использованием дедуктивной основы ее выражения в виде логической схемы как продукта учебно-познавательной деятельности (рисунок).

Работу в подобном ключе следует планировать для выполнения обучающимися и других видов обобщения учебного материала при использовании ими соответствующих приемов логического смысла – индуктивного, теоретического, эмпирического, межпредметного и внутрипредметного. Проведенный нами педагогический эксперимент показал, что при целенаправленном усвоении сущности понятий обобщенного ряда, использовании их в знакомых условиях и особенно в условиях новых (например, при выполнении индивидуальных заданий) старшеклассники вполне могут справляться с грамотным выражением обобщенных знаниевых картин [11, с. 163]. Они начинают их представлять не только в виде компактных логических или структурно-логических схем, но и в виде текстовых таблиц различной конструкции и смыслового содержания, кластеров – своего рода «гроздьев знаний», комплексных опорных конспектов в сопровождении условных обозначений, содержательно наполненных «связей порождения» или причинно-следственных отношений. Заканчивая представление обозначенного элемента разработанной технологии – методического, хотим обратить внимание на то, что этапы реализации процедурной части урока-обобщения лучше представить в определенных суждениях. Таковыми являются следующие: 1) актуализация имеющихся знаний о понятиях обобщающего ряда – сущности обобщения, видах обобщения, приемах обобщения, необходимых для их использования на данном уроке в отношении конкретного изучаемого учебного материала; 2) организация учебной деятельности обучающихся по изучению нового материала для его обобщенного представления – предварительное ознакомление с материалом, выделение в нем смысловых доминант, выбор приема обобщения, с помощью которого обнаруживаются общие и существенные признаки центрального объекта, в отношении которого будут совершаться действия для представления целостной знаниевой картины; 3) определение нужного вида выражения задуманной знаниевой картины, ее содержательное наполнение и представление для обсуждения с одноклассниками; 4) коллективное обсуждение составленной каждым знаниевой картины, ее оформление в окончательном виде и представление учителю для оценки качества полученного продукта.

Элемент 4 – оценочный. Он касается работы по определению способов установления обратной связи, позволяющей получать информацию о том, чему обучающиеся научились и как они работали на уроке, в какой степени учитель смог реализовать поставленные к уроку задачи. Как известно, для реализации обозначенных процедур используют определенные критерии. С их помощью вполне можно анализировать

и объяснять достоверность предлагаемых методических средств для успешной или, наоборот, неуспешной подготовки обучающихся. На основе проведенного нами педагогического эксперимента в качестве критериев лучше использовать познавательный и деятельностный [12, с. 214]. С помощью первого из них можно проверить степень освоенности обучающимися предметного материала. Для этого лучше предлагать ученикам отвечать на вопросы для воспроизведения, объяснения и преобразования учебного материала. С помощью второго – деятельностного критерия – можно проверить степень освоенности обучающимися метапредметного материала. Для этого лучше использовать выполнение заданий по демонстрации их готовности выполнять процедуры обобщения учебного материала на основе соответствующих приемов для оптимального представления целостной знаниевой картины.

Заключение

Представленная технология вполне приемлема для проектирования одного из уроков общеметодологической направленности – урока-обобщения. Диагностические процедуры, проведенные в отношении старшеклассников общеобразовательной школы, принявших участие в педагогическом эксперименте, по сравнению с контрольными участниками продемонстрировали более высокие результаты как в предметной, так и в метапредметной частях обучения. Большая часть старшеклассников (78%) уверенно высказывались о том, что проведенные уроки в направлении обобщения учебного материала позволяют воспринимать и выражать учебный материал иначе, чем уроки других видов. Материал представляется на целостной и компактной основе, в определенной структурной полноте, что облегчает его запоминание и оперативное применение в определенных учебных ситуациях. При этом 75% старшеклассников обратили внимание на возможность использования отдельных фрагментов целостной знаниевой картины для установления и раскрытия сущности внутрипредметных связей, что усиливает их образовательный потенциал. Примечательным является факт проявления старшеклассниками интереса к применению инструментария познания предметного материала с помощью понятий метапредметного смысла. Примерно 77% школьников успешно выполнили задания по выбору вида и приема обобщения учебного материала в незнакомой для них ситуации, указав на правильное соблюдение порядка действий. Более того, 71% старшеклассников смогли к окончанию эксперимента выполнить задание на самостоятельное составление знаниевой картины с использованием понятий обобщающего ряда. Следовательно, технология проектирования урока общеметодологической направленности – обобщения учебного материала – вполне может способствовать предметной и метапредметной подготовке обучающихся общеобразовательной школы.

Статья подготовлена и опубликована в рамках сетевого проекта ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева» с ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева».

Список литературы

1. Третьякова И.А. Обобщение и развитие как сопряженная пара рационального познания // Педагогические науки. 2013. № 6. С. 458–463.

2. Воровщиков С.Г., Новожилова М.М., Аверина Н.П. Метапредметное учебное занятие: ресурс освоения обучающимися универсальных учебных действий. М.: УЦ «Перспектива», 2015. 274 с.

3. Букреева С.Н., Мухортова И.И. Современный урок как основополагающий компонент в образовательном процессе XXI века // Молодой ученый. 2014. № 2. С. 738–740.

4. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров. М.: «Академия», 2000. 270 с.

5. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. Екатеринбург: Деловая книга, 1999. 339 с.

6. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 192 с.

7. Пономарева И.Н., Соломин В.П., Сидельникова Г.Д. Общая методика обучения биологии: учеб. пособие для студ. пед. вузов. М.: Академия, 2008. 280 с.

8. Масюкова Н.А. Проектирование в образовании. Минск: М-во образования Респ. Беларусь. Нац. ин-т образования, 1999. 287 с.

9. Андреев А.Н. Методы и приемы метапредметного обучения // Педагогическое мастерство и педагогические технологии. 2015. № 2 (4). С. 200–204.

10. Голикова Т.В. Обучение учащихся приёмам логического мышления на уроках биологии: учеб. пособие. Красноярск: РИО КГПУ, 2011. 64 с.

11. Хуторский А.В. Работа с метапредметным компонентом нового образовательного стандарта. Практический аспект // Народное образование. 2013. № 4. С. 157–171.

12. Якунчев М.А., Маркинов И.Ф., Ручин А.Б. Методика преподавания биологии: учебник для студ. учреждений высш. образования. М.: Академия, 2014. 336 с.