СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 5, 2019

ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,969
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,407

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 каталогу «Роспечать» – 70062

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)

Журнал «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 бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,969.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,407.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
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 – 17.05.2019
Дата выхода номера – 17.06.2019

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

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 21,63
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2019/5
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ФЛУКТУАЦИЙ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Ким Д.Б., Медведева О.И., Чудаев С.О. *9*

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ПОПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКТА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С УЧЕТОМ ДОСТУПНОСТИ ПОКУПНЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Богдан А.Н., Поляков А.П., Чернобаев А.Ю. *15*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИТЕРАЦИОННОГО МЕТОДА GMRES С ПРЯМЫМ LU РАЗЛОЖЕНИЕМ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ

Богданов А.Е., Торшина О.А. *20*

НОВЫЙ УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Воскобойников Ю.Е., Боева В.А. *25*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ В ГРУППЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Даринцев О.В., Мигранов А.Б. *30*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Добровольская Т.А. *35*

ДВУХЭТАПНОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

Долженкова М.Л., Прозорова Т.Г., Чистяков Г.А., Эсаулов О.К. *41*

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУЩЕННЫХ, ИСПРАВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ И ЭМУЛЯЦИЯ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Емельянова Ю.Г., Фраленко В.П., Шишкин О.Г. *47*

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УЧЁТА И СИСТЕМАТИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЙ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ильина Е.А., Гладышева М.М., Дьяконов Н.А., Арефьева Д.Я. *52*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УДАРНОЙ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УДАРНОГО УСТРОЙСТВА

Лазуткин С.Л., Лазуткина Н.А. *58*

ЯДЕРНЫЕ ОЦЕНКИ ПРИ РАСЧЕТАХ ГРАНИЦ ТОЛЕРАНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Осечкина Т.А. *64*

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ РАЗРЕЗНОГО УПОРНОГО КОЛЬЦА УПЛОТНЕНИЯ ГРЕБНОГО ВАЛА ПРИ РАЗВЕДЕНИИ НА МОНТАЖНУЮ ВЕЛИЧИНУ

Петров А.Л., Баева Л.С., Колодяжный В.И., Кумова Ж.В., Петрова Н.Е. *69*

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧАХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ БАЛКИ ИЗ ДВУХ СЕГМЕНТОВ

Сафина Г.Ф. *75*

КОМПЛЕКС «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА»
КАК ДВУХУРОВНЕВАЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Абасов М.А., Тихомиров П.В. *81*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ
БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ НОТИФИКАЦИИ

Черников Б.В., Соломатникова А.А., Борисова Е.А. *88*

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
К ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ АНАЛИЗОВ МОКРОТЫ,
ОКРАШЕННЫХ ПО МЕТОДУ ЦИЛЯ – НИЛЬСЕНА

Шеломенцева И.Г., Ченцов С.В., Наркевич А.Н. *95*

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

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Артемова Е.Э., Федорович Д.А. *100*

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ
В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Асанова Ж.К. *105*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ
К ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ»

Гончарук С.В., Олейник А.А., Рябчикова М.Г. *111*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТЕНТИЧНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТЕКСТОВ
В ПРОЦЕССЕ ОВЛАДЕНИЯ ГОВОРЕНИЕМ

Золотых Т.И. *116*

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ЗАДАНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО И ПРОДУКТИВНОГО
ХАРАКТЕРА КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Зуева Ф.А. *122*

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА ЭРАЗМУС+ ПО РАЗРАБОТКЕ
ПРОГРАММЫ ПРИКЛАДНОГО БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РФ,
КИТАЕ И АЗЕРБАЙДЖАНЕ»

Игнатьев В.П., Архангельская Е.А. *127*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ
ОРИЕНТИРОВОЧНО-ГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ-ШТУРМАНОВ

Карабанова О.Р. *132*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ
ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ

Карипиди А.Г., Батурьян М.А. *137*

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ:
ЗАЧЕМ НУЖНА ОБЩЕСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ ВУЗА?

Котенко В.В., Гетман Н.А., Котенко Е.Н., Сукач Л.И. *142*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНТРОПОЛОГИЯ» В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Николаев В.Г., Синдеева Л.В., Романова Е.В., Орлова И.И., Батухтина Н.П., Вахтина Л.Ю. *147*

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Овчинникова Л.П., Михелькевич В.Н. *152*

МАЛАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ АКАДЕМИЯ – ОДНА ИЗ СТРУКТУР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Супрун Л.И., Супрун Е.Г., Хлудеева М.Н. *158*

СПОСОБЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КУРСАНТОВ РАКЕТНЫХ ВОЙСК СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Фридерикс А.В. *164*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЛАТИНСКОМУ ЯЗЫКУ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Яворская О.А., Огородникова Э.Ю., Шубина А.Ю. *169*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

NUMERICAL-ANALYTICAL ALGORITHMIZATION OF CALCULATIONS
OF GROUP DELAY TIME FLUCTUATIONS IN SIGNAL TRANSMISSION CHANNELS

Ageeva E.T., Afanasev N.T., Kim D.B., Medvedeva O.I., Chudaev S.O. 9

THE METHOD OF FORMATION AND REPLENISHMENT OF SPARE PARTS
AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF SPACE-ROCKET COMPLEXES
BASED ON THE AVAILABILITY OF PURCHASED COMPONENTS

Bogdan A.N., Polyakov A.P., Chernobaev A.Yu. 15

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GMRES ITERATIVE METHOD
WITH DIRECT LU DECOMPOSITION WHEN SOLVING THE SYSTEMS
OF LINEAR EQUATIONS OF LARGE DIMENSIONS

Bogdanov A.E., Torshina O.A. 20

NEW STABLE ALGORITHM OF NONPARAMETRIC IDENTIFICATION
OF TECHNICAL SYSTEMS

Voskoboynikov Yu.E., Boeva V.A. 25

INTELLIGENT DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOR GROUP
OF MOBILE ROBOTS

Darintsev O.V., Migranov A.B. 30

AUTOMATION OF DESIGNING THE APPEARANCE OF PRODUCTS
OF LIGHT INDUSTRY

Dobrovolskaya T.A. 35

TWO-STAGE RECOGNITION OF GRAPHIC PRIMITIVES IN VIDEO FLOW

Dolzhenkova M.L., Prozorova T.G., Chistyakov G.A., Esaulov O.K. 41

AUTOMATIC RESTORATION OF MISSED DATA, CORRECTION OF DAMAGED ONES
AND EMULATION OF DATA OF TELEMETRY OF SPACE VEHICLE

Emelyanova Yu.G., Fralenko V.P., Shishkin O.G. 47

SOFTWARE FOR ACCOUNTING AND SYSTEMATIZATION
OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS

Ilina E.A., Gladysheva M.M., Dyakonov N.A., Arefeva D.Ya. 52

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS ACTUATORS
ADAPTIVE SHOCK SYSTEM SHOCK DEVICE

Lazutkin S.L., Lazutkina N.A. 58

NUCLEAR ESTIMATES FOR CALCULATIONS OF TOLERANT INTERVALS

Osechkina T.A. 64

IDENTIFICATION OF STRAINS RESISTANT SPLIT THRUST RING OF THE SCREW
SHAFT AT A FITTING OF MOUNTING SIZE

Petrov A.L., Baeva L.S., Kolodyazhnyy V.I., Kumova Z.V., Petrova N.E. 69

MODELLING CROSS FLUCTUATIONS OF A TWO-SEGMENT BEAM IN DIRECT
AND INVERSE PROBLEMS

Safina G.F. 75

COMPLEX «DRIVER – CAR – ROAD – WEDNESDAY» AS A TWO-LEVEL DECENTRALIZED SERVICE SYSTEM

Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Abasov M.A., Tikhomirov P.V. 81

METHODICAL FOUNDATIONS OF LOAD TESTING OF THE BANKING NOTIFICATION SYSTEM

Chernikov B.V., Solomatnikova A.A., Borisova E.A. 88

THE RESULTS OF THE APPLICATION OF NEURO-FUZZY SYSTEM FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF ZIEHL-NIELSEN STAINED IMAGES OF SPUTUM SMEAR SAMPLES

Shelomentseva I.G., Chentsov S.V., Narkevich A.N. 95

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

MOTOR ACTIVITY OF YOUNGER SCHOOL STUDENTS WITH DISABILITIES IN THE CONDITIONS OF MODERN EDUCATION

Artemova E.E., Fedorovich D.A. 100

COMPETENCE APPROACH IN TEACHING MATHEMATICAL ANALYSIS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

Asanova Zh.K. 105

STUDY OF THE ATTITUDE OF STUDENTS TO THE DISCIPLINE OF PHYSICAL CULTURE AND SPORT

Goncharuk S.V., Oleynik A.A., Ryabchikova M.G. 111

THE USE OF AUTHENTIC LITERARY TEXTS IN THE PROCESS OF MASTERING SPEAKING

Zolotykh T.I. 116

THE OPTIMAL COMBINATION OF PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE TASKS AS A CONDITION OF DEVELOPMENT OF THINKING OF STUDENTS

Zueva F.A. 122

IMPLEMENTATION OF THE INTERNATIONAL PROJECT ERASMUS+ ON DEVELOPMENT OF THE BACHELOR PROGRAM IN THE DIRECTION «ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL CONSTRUCTION IN RUSSIA, CHINA AND AZERBAIJAN»

Ignatev V.P., Arkhangelskaya E.A. 127

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CREATION OF A MODEL OF FORMATION OF APPROXIMATELY – GNOSTIC ACTIVITY OF FUTURE OFFICERS-NAVIGATORS

Karabanova O.R. 132

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO BACHELORS AND MASTERS

Karipidi A.G., Baturyan M.A. 137

TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION: WHY DO WE NEED PUBLIC ACCREDITATION OF THE UNIVERSITY?

Kotenko V.V., Getman N.A., Kotenko E.N., Sukach L.I. 142

APPLICATION OF INTERACTIVE TRAINING METHODS ON THE DISCIPLINE «ANTHROPOLOGY» IN THE SYSTEM OF HIGHER MEDICAL EDUCATION

Nikolaev V.G., Sindeeva L.V., Romanova E.V., Orlova I.I., Batukhtina N.P., Vakhtina L.Yu. 147

A SYSTEMATIC APPROACH TO PLANNING STUDENTS' INDEPENDENT WORK

Ovchinnikova L.P., Mikhelkevich V.N. *152*

SMALL ARCHITECTURAL ACADEMY – ONE OF THE STRUCTURES OF ADDITIONAL EDUCATION

Suprun L.I., Suprun E.G., Khludeeva M.N. *158*

METHODS OF DEVELOPMENT OF CADET'S INFORMATIVE ACTIVITY OF THE STRATEGIC MISSILE TROOPS WHEN TRAINING IN THE FOREIGN LANGUAGE

Frideriks A.V. *164*

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF VISUALISATION WHILE TEACHING LATIN LANGUAGE IN MEDICAL UNIVERSITY

Yavosrkaya O.A., Ogorodnikova E.Yu., Shubina A.Yu. *169*

УДК 519.6

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ФЛУКТУАЦИЙ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

[1]Агеева Е.Т., [2]Афанасьев Н.Т., [1]Ким Д.Б., [1]Медведева О.И., [2]Чудаев С.О.

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

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

Рассмотрен стохастический интеграл по лучевым траекториям для расчета группового запаздывания сигнала в случайно-неоднородном информационном канале. Для вычисления интеграла предложена схема алгоритмизации с использованием численных и аналитических методов. На основе метода возмущений получено приближенное представление интеграла для флуктуаций групповой задержки сигнала. В отличие от расчетов флуктуаций фазы сигнала, когда в первом приближении метода возмущений интегрирование проводится по невозмущенной траектории, при расчетах флуктуаций группового запаздывания учитываются флуктуации траектории. Для расчета флуктуаций траектории используются интегральные выражения, полученные в результате решения стохастической траекторной задачи с двухточечными краевыми условиями. Интегральное выражение для флуктуаций групповой задержки сигнала преобразовано к специальному виду для построения статистических моментов. Сделан вывод интегральной формулы для дисперсии групповой задержки сигнала в случае произвольного высотного профиля средней диэлектрической проницаемости канала. В условиях квазиоднородного случайного поля неоднородностей канала получены обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка для одновременного расчета средней траектории и дисперсии группового запаздывания сигнала. Решение системы можно найти путем ее численного интегрирования каким-либо из хорошо апробированных численных методов. Показана эффективность предложенной схемы алгоритмизации численно-аналитических расчетов дисперсии групповой задержки сигнала в информационном канале. Приведены результаты математического моделирования частотно-угловых зависимостей среднеквадратичных отклонений группового пути сигнала в ионосферном радиоканале.

Ключевые слова: алгоритмизация, флуктуации, информационные каналы, модели, численные методы, асимптотические разложения, дифференциальные уравнения

NUMERICAL-ANALYTICAL ALGORITHMIZATION OF CALCULATIONS OF GROUP DELAY TIME FLUCTUATIONS IN SIGNAL TRANSMISSION CHANNELS

[1]Ageeva E.T., [2]Afanasev N.T., [1]Kim D.B., [1]Medvedeva O.I., [2]Chudaev S.O.

[1]Bratsk State University, Bratsk;

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

The stochastic integral over the ray paths is considered to calculate the group delay of a signal in a randomly inhomogeneous information channel. To calculate the integral, an algorithm using numerical and analytical methods is proposed. Based on the perturbation method, an approximate representation of the integral for the group delay of the signal is obtained. In contrast to the calculations of the fluctuations of the phase of the signal, when, in the first approximation of the perturbation method, the integration is carried out along an unperturbed trajectory, the fluctuations of the trajectory are taken into account when calculating fluctuations of the group delay. To calculate the trajectory fluctuations, we use integral expressions obtained as a result of solving a stochastic trajectory problem with two-point boundary conditions. The integral expression for fluctuations of the group delay of the signal is transformed to a special form for the construction of statistical moments. An integral formula is derived for the dispersion of the group delay of the signal in the case of an arbitrary height profile of the average dielectric permeability of the channel. Under conditions of a quasi-homogeneous random field of inhomogeneities, ordinary first-order differential equations were obtained for simultaneously calculating the average trajectory and dispersion of the group delay of the signal. The equations can be integrated numerically by means of one of the well-known methods. The efficiency of the proposed algorithm for numerical-analytical calculations of the dispersion of the group delay of the signal in the information channel is shown. The results of mathematical modeling of the frequency-angle dependence of the standard deviations of the group signal path in the ionospheric radio channel are presented.

Keywords: algorithmization, fluctuations, information channels, models, numerical methods, asymptotic expansions, differential equations

Создание эффективных математических моделей сигналов, распространяющихся в каналах передачи информации, подверженных случайным воздействиям, в настоящее время весьма актуально. Эти модели необходимы для предсказания ожидаемых искажений в пространственной и временной структуре сигналов и для мониторинга состояния каналов по характеристикам пробных зондирующих сигналов. Рассматривая канал как возмущенную динамическую систему, можно получить приближенные аналитические соотношения между флуктуационными характеристиками сигнала и параметрами случайных воздействий. Последующая алгоритмизация этих соотношений позволяет выполнить численное модели-

рование статистических характеристик сигнала при распространении в канале. Используя универсальность численных алгоритмов [1] и простоту получения приближенных аналитических соотношений, можно проводить исследование характеристик сигнала в широком классе возмущений параметров информационного канала. С другой стороны, обращение функциональных соотношений между характеристиками сигнала и параметрами канала позволяет получить оперативную информацию о состоянии канала.

В работе [2] нами была предложена схема оперативной алгоритмизации численно-аналитических расчетов флуктуаций фазы и направления распространения сигнала в стохастическом неоднородном канале. Для прогнозирования оптимальных условий прохождения сигнала через возмущенный канал важно также иметь информацию о флуктуациях его групповой задержки. Ранее в работе [3] были получены аналитические выражения для пространственных автокорреляционных функций группового пути и времени группового запаздывания сигнала, распространяющегося в ионосферном радиоканале, средняя диэлектрическая проницаемость которого изменялась по линейному закону. Для решения ряда практических задач необходимо, чтобы функция диэлектрической проницаемости невозмущенного канала могла быть описана более общими аналитическими моделями высотных профилей. Также для практики требуется использование моделей, которые задают диэлектрическую проницаемость канала в виде дискретных данных с последующей сплайн-интерполяцией этих данных для обеспечения непрерывности производных первого и второго порядка, необходимых в расчетах.

Цель работы заключается в создании оперативной схемы алгоритмизации численно-аналитических расчетов флуктуаций группового времени задержки сигнала при распространении в случайно-неоднородном канале, средний высотный профиль диэлектрической проницаемости которого задан произвольной аналитической функцией.

Вывод основных теоретических соотношений

В лучевом приближении групповую задержку сигнала можно определить, вычисляя стохастический интеграл по траектории, связывающей корреспондентов [4]:

$$t = \frac{1}{c}\int_0^S \frac{dS}{\sqrt{\varepsilon(S)}} = \frac{1}{c}\int_0^{x_t} \frac{dx}{\sqrt{\varepsilon}\sin\beta}, \qquad (1)$$

где ε – случайная функция диэлектрической проницаемости канала, c – скорость света в вакууме, β – угол рефракции луча, dS – элемент дуги, x_t – координата пункта приёма сигнала. Определим флуктуацию групповой задержки сигнала в первом приближении метода возмущений [5, 6]. Введем разложения:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_1, \qquad (2)$$

$$z = z_0 + z_1, \qquad (3)$$

$$\beta = \beta_0 + \beta_1, \qquad (4)$$

где ε_0, z_0, β_0 – соответственно диэлектрическая проницаемость и траекторные характеристики сигнала в невозмущенном канале; ε_1, z_1, β_1 – возмущение диэлектрической проницаемости канала и флуктуации траекторных характеристик сигнала.

Считая $|\varepsilon_1| << \varepsilon_0$, решение (1) будем искать в виде: $t = t_0 + t_1$. Подставляя разложения (2)–(4) в формулу (1) и проводя асимптотические разложения, в первом приближении для флуктуации групповой задержки получаем

$$t_1 = \frac{1}{c}\int_0^{x_t}\left(\frac{d\beta_0}{dx}\cdot\frac{z_1\cdot 2\sin\beta_0}{\sqrt{\varepsilon_0}} - \frac{1}{2\cdot\sin\beta_0}\cdot\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0\sqrt{\varepsilon_0}}\right)dx. \qquad (5)$$

Важно отметить, что флуктуация траектории $z_1(x)$, входящая в подынтегральное выражение (5), должна удовлетворять двухточечным краевым условиям: $z_1(0) = z_1(x_t) = 0$. Сделаем в (5) замену переменной $dt = \frac{dx}{c\sqrt{\varepsilon_0}\sin\beta_0}$. С учетом формы лучевых уравнений [2], получаем

$$t_1 = -\int_0^{t_к}\frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0}\cdot\frac{\partial\varepsilon_0}{\partial z}z_1(t)dt - \frac{1}{2}\int_0^{t_к}\frac{\varepsilon_1(t)}{\varepsilon_0(t)}dt. \qquad (6)$$

где $t_к$ – групповая задержка сигнала в невозмущенном канале в пункте приема x_t.

Для вычисления (6) используем выражение для флуктуации траектории, полученное при решении двухточечной траекторной задачи [2]:

$$z_1(t) = R_1(t) \cdot \int_{t_к}^{t} \frac{R_2(t) \cdot B_1}{c \cdot \sin\beta_н \cdot R_1(t_к)} dt - R_2(t) \cdot \int_{0}^{t} \frac{R_1(t) \cdot B_1}{c \cdot \sin\beta_н \cdot R_1(t_к)} dt, \quad (7)$$

где $\beta_н$ – угол входа луча в канал (относительно вертикали),

$$B_1 = \frac{c^2}{2} \cdot \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}, R_1 = \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н}(t), R_2 = \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н}(t_к - t), \quad (8)$$

Подставляя формулу (7) в (6), имеем

$$t_1 = G_1 + G_2 + G_3, \quad (9)$$

где

$$G_1 = -\frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \int_{0}^{t_к} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_1(t) \cdot \left(\int_{t_к}^{t} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_2(t')\, dt' \right) dt + \quad (10)$$

$$G_2 = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \int_{0}^{t_к} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_2(t) \cdot \left(\int_{0}^{t} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_1(t')\, dt' \right) dt, \quad (11)$$

$$G_3 = -\frac{1}{2} \int_{0}^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t)}{\varepsilon_0(t)} dt. \quad (12)$$

Интегралы (10), (11) вычислим методом интегрирования по частям [7]. Учитывая двухточечные краевые условия для флуктуаций траектории, получаем

$$G_1 = \int_{0}^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_2(t') \left(\int_{0}^{t'} \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_1(t) dt \right) dt', \quad (13)$$

$$G_2 = \int_{0}^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_1(t') \left(\int_{t'}^{t_к} \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_2(t) dt \right) dt'. \quad (14)$$

Подставляя (12)–(14) в (9), имеем:

$$t_1 = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \int_{0}^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_2(t') \left(\int_{0}^{t'} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_1(t) dt \right) dt' +$$

$$+ \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} \int_{0}^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0} R_1(t') \left(\int_{t'}^{t_к} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_2(t) dt \right) dt' - \frac{1}{2} \int_{0}^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t)}{\varepsilon_0(t)} dt. \quad (15)$$

Введём переобозначения:

$$F_1(t) = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} R_2(t) P_1(t), \quad (16)$$

$$F_2(t) = \frac{c}{2\sin\beta_н R_1(t_к)} R_1(t) P_2(t), \quad (17)$$

$$P_1(t) = \int_{0}^{t} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_1(t) dt, \; P_2(t) = \int_{t}^{t_к} \frac{\sin^2\beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} R_2(t) dt, \; F(t) = F_1(t) + F_2(t), \quad (18)$$

С учетом (16)–(18), формула (15) принимает вид

$$t_1 = \int_{0}^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t) F(t) dt - \frac{1}{2} \int_{0}^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t)}{\varepsilon_0(t)} dt. \quad (19)$$

Заметим, что выражение (19) удобно для составления статистических моментов флуктуации времени группового запаздывания сигнала, поскольку функция $F(t)$ не содержит флуктуаций траекторных характеристик сигнала и случайных возмущений диэлектрической проницаемости канала. В частности, используя (19), для дисперсии групповой задержки имеем

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

$$= \left\langle \int_0^{t_к} \int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_1) \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_2) F(t_1) F(t_2) dt_1 dt_2 \right\rangle - \left\langle \frac{1}{2} \int_0^{t_к} \int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_1) F(t_1) \frac{\varepsilon_{12}(t)}{\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2 \right\rangle -$$

$$- \left\langle \frac{1}{2} \int_0^{t_к} \int_0^{t_к} \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z_0}(t_2) F(t_2) \frac{\varepsilon_{11}(t)}{\varepsilon_0(t_1)} dt_1 dt_2 \right\rangle + \left\langle \frac{1}{4} \int_0^{t_к} \int_0^{t_к} \frac{\varepsilon_1(t_1)}{\varepsilon_0(t_1)} \cdot \frac{\varepsilon_1(t_2)}{\varepsilon_0(t_2)} dt_1 dt_2 \right\rangle, \qquad (20)$$

где $\langle\ \rangle$ – знак усреднения по ансамблю неоднородностей.

Для вычисления (20) необходимо задать функцию пространственной корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости канала. Используя метод суммарно-разностного интегрирования [4], в случае квазиоднородного случайного поля неоднородностей канала и гауссова корреляционного эллипсоида получаем

$$\sigma^2_{\Delta t} = 2 \sin^2 \beta_н \frac{\sqrt{\pi}}{a} \frac{1}{c} \int_0^{t_k} [F(t)]^2 \frac{N_1}{\sqrt{\varepsilon_0^3}} dt + \frac{1}{4} \frac{\sqrt{\pi} \cdot a}{c} \cdot \int_0^{t_k} \frac{N_1}{\sqrt{\varepsilon_0(z_0, t)^5}} dt, \qquad (21)$$

где a – масштаб неоднородностей, N_1 – неоднородная часть корреляционной функции, а интегрирование проводится по суммарной переменной $t = (t_1 + t_2)/2$. При выводе (21) предполагалось, что функция N_1 меняется медленно по сравнению с изменениями гауссова корреляционного эллипсоида.

Полагая предел $t_к$ переменной величиной, интегральное выражение (21) можно представить в дифференциальной форме. Объединяя полученные дифференциальные уравнения с системой невозмущенных лучевых уравнений [2], продифференцированной по свободному параметру $\beta_н$, а также с самой системой невозмущенных лучевых уравнений, получаем полную систему дифференциальных уравнений для одновременного расчета средней траектории и дисперсии группового времени задержки сигнала в информационном канале:

$$\frac{dz_0}{dt} = c\sqrt{\varepsilon_0} \cos\beta_0, \qquad \frac{dx_0}{dt} = c\sqrt{\varepsilon_0} \sin\beta_0, \qquad \frac{d\beta_0}{dt} = -c \frac{\partial \sqrt{\varepsilon_0}}{\partial z} \sin\beta_0,$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial z_0}{\partial \beta_н} \right) = c \cdot \cos\beta_0 \frac{1}{2\sqrt{\varepsilon_0}} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0} \cdot \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н} - c\sqrt{\varepsilon_0} \cdot \sin\beta_0 \cdot \frac{\partial \beta_0}{\partial \beta_н},$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \beta_0}{\partial \beta_н} \right) = -\frac{c}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0}} \frac{\partial^2 \varepsilon_0}{\partial z_0^2} - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\varepsilon_0^3}} \left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0} \right)^2 \right) \cdot \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н} \sin\beta_0 - \frac{c}{2\sqrt{\varepsilon_0}} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0} \cos\beta_0 \frac{\partial \beta_0}{\partial \beta_н},$$

$$\frac{dP_1}{dt} = \frac{\sin^2 \beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н}(t), \frac{dP_2}{dt} = -\frac{\sin^2 \beta_0}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z} \frac{\partial z_0}{\partial \beta_н}(t_к - t)$$

$$\frac{d\sigma^2_{\Delta t}}{dt} = \frac{a\sqrt{\pi}}{c} \frac{N_1}{\sqrt{\varepsilon_0^3}} \left(\frac{2}{a^2} \sin^2 \beta_н [F(t)]^2 + \frac{1}{4\varepsilon_0} \right). \qquad (22)$$

Результаты математического моделирования и их обсуждение

Для демонстрации работы предложенной схемы алгоритмизации на рис. 1, 2 приведены результаты численных расчетов на основе системы (22) среднеквадратичного отклонения группового пути сигнала $c^*<\sigma_{\Delta t}>$, связанного с дисперсией групповой задержки соотношением: $c^*<\sigma_{\Delta t}>=\sqrt{c^2\sigma^2_{\Delta t}}$. Расчеты представлены в зависимости от рабочей частоты и угла входа сигнала в ионосферный декаметровый радиоканал ($c^*<\sigma_{\Delta t}(\beta_н, f)>$). Модель ε_0 задавалась в виде

$$\varepsilon_0 = 1-\chi\frac{f^2_{кре}}{f^2}\exp\left(-\left(\frac{z-z_{me}}{y_{me}}\right)^2\right)-$$

$$-\frac{f^2_{кр}}{f^2}\exp\left(-\left(\frac{z-z_m}{y_m}\right)^2\right), \qquad (23)$$

где z_{me}, z_m, y_{me}, y_m, $f_{кре}$, $f_{кр}$ – высоты максимумов электронной концентрации, полутолщины и критические частоты ионосферных слоев E и $F2$ соответственно; f – рабочая частота; параметр χ позволяет включить (исключить) слой E. Неоднородная часть корреляционной функции представлялась зависимостью: $N_1=\gamma^2(1-\varepsilon_0)^2$, где γ^2 – интенсивность неоднородностей электронной концентрации. Параметры моделей составляли: z_{me} = 125 км, y_{me} = 25 км, $f_{кре}$ = 3 МГц, z_m = 300 км, y_m = 100 км, $f_{кр}$ = 6 МГц, γ^2 = 0,008, a = 10 км, f = 6÷30 МГц. Параметр χ принимал значения 0 и 1. Из рис. 1 следует, что в частотно-угловых зависимостях среднеквадратичного отклонения группового пути сигнала при распространении в однослойном (χ = 0) ионосферном радиоканале имеются области повышенных значений. Возрастание флуктуаций группового пути связано с увеличением ионосферного участка рассеяния сигнала при отражении вблизи максимума ионизации слоя $F2$. На более высоких рабочих частотах максимумы $c^*<\sigma_{\Delta t}>$ смещаются в область больших углов входа сигнала в канал, так как условия пробоя ионосферы возникают уже внутри канала на высотах ниже уровня максимальной ионизации. Уменьшение максимальных значений флуктуаций на высоких частотах связано с дисперсионными свойствами ионосферы. Учет нижележащей ионизации ионосферы (χ = 1) приводит к дополнительному максимуму среднеквадратичного отклонения группового пути сигнала (рис. 2), так как появляется возможность пробоя сигнала сквозь ионосферный слой E.

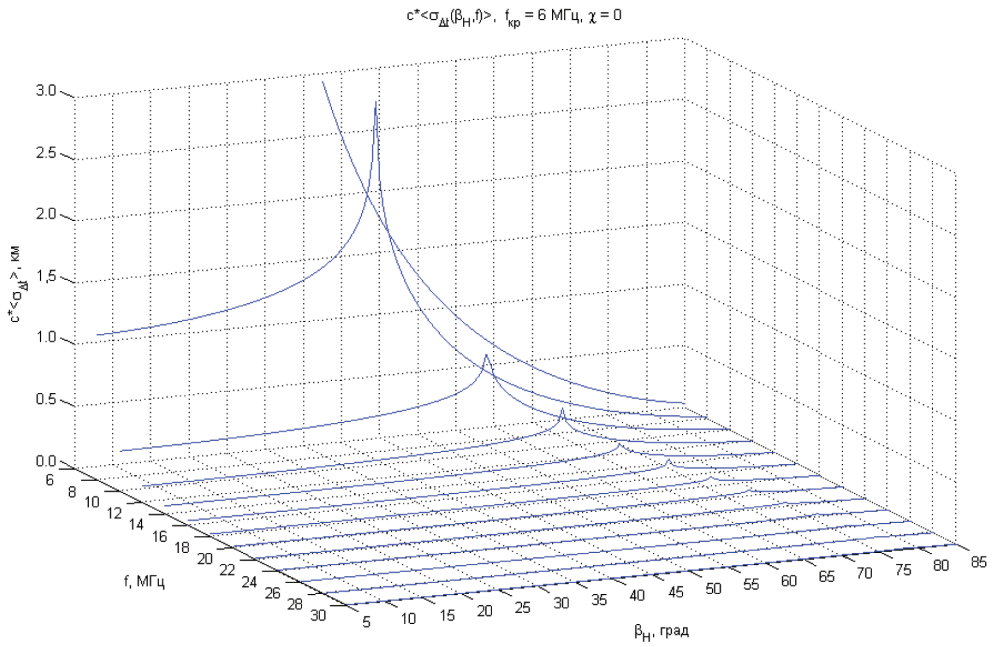


Рис. 1. Частотно-угловые зависимости среднеквадратичных отклонений группового пути сигнала в случайно-неоднородном ионосферном радиоканале с диэлектрической проницаемостью, заданной однослойной моделью

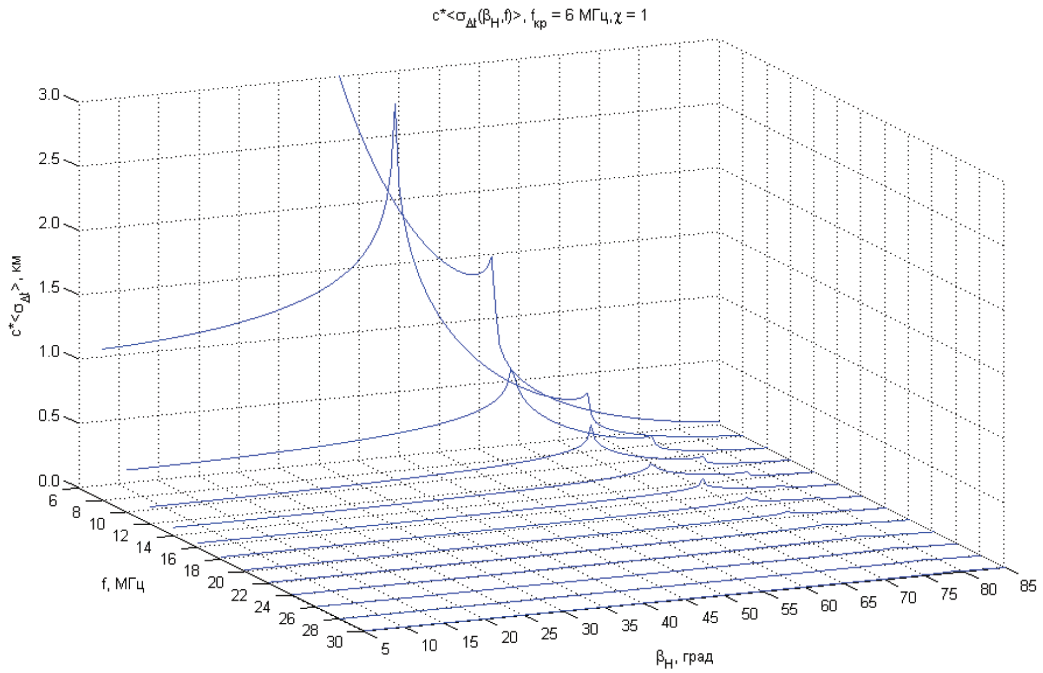


Рис. 2. Среднеквадратичные отклонения группового пути сигнала в ионосферном радиоканале с учетом нижележащего слоя E

Заключение

Предложена схема алгоритмизации расчетов стохастического интеграла по траектории для флуктуаций группового времени задержки и группового пути сигнала в случайно-неоднородном информационном канале. На основе метода возмущений получена аналитическая интегральная формула для отдельной реализации флуктуаций групповой задержки сигнала в канале. В отличие от расчетов флуктуаций фазы сигнала, когда в первом приближении метода возмущений интегрирование проводится по невозмущенной траектории, при расчетах флуктуаций группового запаздывания учтены флуктуации траектории. Для расчета траекторных флуктуаций, входящих в интегральную формулу, использованы результаты решения стохастической траекторной задачи с двухточечными краевыми условиями. Выполнены аналитические преобразования, позволяющие привести стохастический интеграл к виду, удобному для составления статистических моментов групповой задержки сигнала. Для описания поля случайных неоднородностей канала использованы представления о пространственном корреляционном эллипсоиде. Получено интегральное выражение для дисперсии флуктуаций группового времени задержки в канале передачи сигнала. Выражение для дисперсии задержки сведено к системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Получена полная система дифференциальных уравнений для одновременного численного расчета дисперсии групповой задержки и средней траектории сигнала в случае произвольного высотного профиля средней диэлектрической проницаемости случайно-неоднородного канала. Показана эффективность предложенной схемы алгоритмизации расчетов стохастического интеграла по траектории в задаче моделирования частотно-угловых зависимостей среднеквадратичных отклонений группового пути сигнала в ионосферном радиоканале.

Список литературы

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. СПб.: Лань, 2011. 672 с.

2. 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.

3. Вологдин А.Г., Власова О.К., Приходько Л.И. Флуктуации группового пути и времени группового запаздывания сигнала при наклонном отражении волн от плоскослоистой среды // Радиотехника и электроника. 2007. Т. 52. № 10. С. 1194–1198.

4. Кляцкин В.И. Стохастические уравнения: теория и ее приложения к акустике, гидродинамике и радиофизике. М.: Физматлит, 2008. Т. 1. 317 с.

5. Коддингтон Э.А., Левинсон Н.R. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. 472 с.

6. Ильин А.М., Данилин А.Р. Асимптотические методы в анализе. М.: Физматлит, 2009. 248 с.

7. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. Ч. 1. СПб.: Лань, 2019. 444 с.

УДК 629.7.084:004

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ПОПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКТА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С УЧЕТОМ ДОСТУПНОСТИ ПОКУПНЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Богдан А.Н., Поляков А.П., Чернобаев А.Ю.

ФГКВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru

Настоящая статья посвящена описанию методики формирования и пополнения комплекта запасных частей технологического оборудования ракетно-космических комплексов с учетом доступности покупных комплектующих изделий. В основе методики лежит алгоритм Беллмана метода динамического программирования. Данный подход обладает рядом достоинств, основными из которых являются интуитивная простота и наглядность применения. Методика позволяет синтезировать систему обеспечения запасами изделия военной техники, обеспечивающую выполнение требований к коэффициенту готовности изделия при минимальных затратах с учетом доступности покупных комплектующих изделий. Для решения оптимизационной задачи анализируются известные модели обоснования требований к системам обеспечения запасами, в которых предлагаются методы расчета их оптимальной структуры, номенклатуры и количества запасных частей, а также периодичность пополнения конкретной номенклатуры запасных частей, существенно влияющая на стоимость их доставки, хранения и обслуживания. Разработанная методика, в отличие от известных, реализуется за счет одновременного формирования комплекта запасных частей и стратегий его пополнения с учетом доступности покупных комплектующих изделий. В статье приводится пример применения методики для синтеза оптимальной системы обеспечения запасами системы 14И277.

Ключевые слова: система обеспечения запасами, коэффициент готовности, покупное комплектующее изделие, надежность, запасная часть

THE METHOD OF FORMATION AND REPLENISHMENT OF SPARE PARTS AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF SPACE-ROCKET COMPLEXES BASED ON THE AVAILABILITY OF PURCHASED COMPONENTS

Bogdan A.N., Polyakov A.P., Chernobaev A.Yu.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, e-mail: vka@mil.ru

This article is devoted to the description of the method of formation and replenishment of a set of spare parts of technological equipment of rocket and space systems, taking into account the availability of purchased components. The method is based on Bellman's algorithm of dynamic programming method. This approach has a number of advantages, the main of which are intuitive simplicity and clarity of application. The technique allows to synthesize the system of provision with stocks of military equipment products, ensuring compliance with the requirements for the coefficient of readiness of the product at minimum cost, taking into account the availability of purchased components. To solve the optimization problem, we analyze the known models of substantiation of requirements for inventory systems, which offer methods for calculating their optimal structure, nomenclature and number of spare parts, as well as the frequency of replenishment of a specific nomenclature of spare parts, which significantly affects the cost of their delivery, storage and maintenance. The developed method, unlike the known ones, is realized due to the simultaneous formation of a set of spare parts and strategies for its replenishment, taking into account the availability of purchased components. The article provides an example of application of the method for the synthesis of the optimal system of inventory system 14I277.

Keywords: the supply system inventory, availability, purchase component product, reliability, spare part

Сегодня в научных исследованиях, посвященных созданию и эксплуатации сложных технических систем (СТС), существенное развитие получил подход повышения эффективности их функционирования путем снижения стоимости жизненного цикла (ЖЦ). Управление стоимостью ЖЦ СТС позволяет получить превосходство перед конкурентами за счет оптимизации затрат на приобретение и владение продукцией. Указанная концепция считается актуальной и для ракетно-космической техники. Так, в Федеральной космической программе РФ на 2016–2025 гг. в качестве одной из приоритетных задач постулируется задача повышения конкурентоспособности существующих и перспективных средств выведения.

Существенный вклад в стоимость услуг по выведению на орбиту полезных нагрузок вносят затраты на обеспечение готовности технологического оборудования (ТлОб) ракетно-космических комплексов (РКК) к целевому применению. Эти затраты включают затраты на закупку комплектов запасных частей (ЗЧ), их доставку, хранение и обслуживание. Вопросу обоснования требований

к системам обеспечения запасами (СОЗ) посвящено множество работ [1–3], в которых предлагаются методы расчета оптимальной структуры СОЗ, номенклатуры и количества элементов ЗЧ. При этом периодичность (стратегия) пополнения конкретной номенклатуры ЗЧ, существенно влияющая на стоимость их доставки, хранения и обслуживания, либо считается заданной, либо остается за рамками исследований.

В течение последних лет для производства образцов ракетно-космической техники (РКТ) используются десятки покупных комплектующих изделий (ПКИ), включая современные и надежные комплектующие иностранного производства, аналогов которых в России не производится. ПКИ – это изделие, не изготавливаемое на данном предприятии, а получаемое (приобретаемое) им и использующееся в производимом изделии в готовом виде как его составная часть (СЧ). ПКИ по признаку доступности делятся наустаревающие и не устаревающие. Устаревающие ПКИ характеризуются снижающейся со временем их доступностью. Действующие методики оценки и расчета запасов в комплектах ЗЧ рассматривают в качестве источника пополнения неотказывающий источник пополнения [4, 5]. Данное ограничение не учитывает доступность устаревающих ПКИ, что приведет к дополнительным материальным затратам для обеспечения требуемого коэффициента готовности образца РКТ в процессе его длительной эксплуатации. Например, в состав системы 14И277 входит до 30 % покупных комплектующих иностранного производства. Это предъявляет дополнительные требования к формированию как номенклатуры комплекта ЗЧ, так и стратегий его пополнения для обеспечения требуемого уровня готовности комплекса в период его длительной эксплуатации.

Цель исследования: разработка научно-методического аппарата, позволяющего сформировать оптимальное сочетание стратегий пополнения комплектов ЗЧ ТлОб РКК, обеспечивающее снижение эксплуатационных затрат при выполнении требований к коэффициенту готовности оборудования, с учётом доступности устаревающих ПКИ.

Методика формирования стратегий пополнения комплектов ЗЧ ТлОб РКК с учетом устаревающих ПКИ включает следующие этапы:

– определение перечня устаревающих ПКИ в составе комплекта ЗЧ ТлОб РКК и сроков их доступности;

– определение частного коэффициента готовности комплекта ЗЧ, позволяющего обеспечить требуемое значение коэффициента готовности оборудования;

– определение оптимального количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения для каждого периода постоянства их доступности.

Методика определения перечня устаревающих ПКИ в составе комплекта ЗЧ ТлОб РКК и сроков их доступности

Для определения перечня устаревающих ПКИ в составе комплекта ЗЧ ТлОб РКК и сроков их доступности предполагается использовать методику, приведенную в [6]. Методика включает два этапа:

1 этап: используя показатели признака производства, периода производства и устаревания ЗЧ, определяем в составе комплекта ЗИП устаревающие ПКИ;

2 этап: определение периода доступности ЗЧ, отнесенным к устаревающим ПКИ, путем получения оценки их недоступности по годам на весь период назначенного срока службы оборудования. Сроком окончания доступности будет год, для которого значение недоступности ПКИ превысит значение, определенное лицом, принимающим решение, как критичное.

Определение частного коэффициента готовности комплекта ЗЧ, позволяющего обеспечить требуемое значение коэффициента готовности оборудования

Определяем частный коэффициент готовности для элементов оборудования, не вошедших в комплект ЗИП, используя выражение

$$\text{Кг}^{\overline{\text{зип}}} = \prod_{h'=1}^{|H'|} \text{Кг}_{h'}, \qquad (1)$$

где H' – множество номенклатур составных частей оборудования, не вошедших в состав комплекта ЗИП.

Для определения значений частных коэффициентов готовности для элементов оборудования, не вошедших в комплект ЗИП, воспользуемся моделями, приведенными в [7].

Определяем требуемое значение частного коэффициента готовности для комплекта ЗЧ, обеспечивающего коэффициент готовности ТлОб, используя выражение

$$\text{Кг}^{\text{зип}}_{\text{треб}} = \frac{\text{Кг}}{\text{Кг}^{\overline{\text{зип}}}}. \qquad (2)$$

Определение оптимального количественного состава комплекта ЗЧ ТлОб РКК и стратегий его пополнения

Целью формирования оптимального количественного состава комплекта ЗЧ

и стратегий его пополнения является минимизация затрат на обеспечение ЗЧ ТлОб при выполнении требований к коэффициенту готовности оборудования.

Для определения оптимального количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения разработан алгоритм определения количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения. Определение оптимального количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения производится для каждого периода постоянства доступности ЗЧ, относящихся к ПКИ. Алгоритм разработан на основе метода динамического программирования, в основу которого положен метод Беллмана.

Описание алгоритма.

Прямой ход алгоритма:

Уравнение Беллмана для первого шага:

$$\text{Кг}_1^{\text{зип}}(\varepsilon)=\max_{\substack{m_1\in\Delta\\ s_1\in\Delta}}\text{к}_{\text{г}1}^{\text{зип}}(m_1,s_1);\varepsilon=0,\Delta c,2\Delta c,\ldots,C_{\text{задан}}^{\Sigma}\Rightarrow\{\hat{m}_1(\varepsilon),\hat{s}_1(\varepsilon)\}. \quad (3)$$

Для последующих шагов:

$$\text{Кг}_h^{\text{зип}}(\varepsilon)=\max_{\substack{m_h\in\Delta\\ s_h\in\Delta}}\left(\text{к}_{\text{г}h}^{\text{зип}}(m_h,s_h)*\text{Кг}_{h-1}^{\text{зип}}(\varepsilon-C_h^{\Sigma})\right)\Rightarrow\{\hat{m}_h(\varepsilon),\hat{s}_h(\varepsilon)\}. \quad (4)$$

Обратный ход алгоритма:

$$\dot{m}_{|H|-\alpha};\dot{s}_{|H|-\alpha}=\hat{m}_{|H|-\alpha};\hat{s}_{|H|-\alpha}*(C_{\text{задан}}^{\Sigma}-\sum_{\varphi=0}^{\alpha-1}C_{|H|-\varphi}^{\Sigma}(\dot{m}_{|H|-\varphi};\dot{s}_{|H|-\varphi})),\alpha=\overline{1,|H|-1}. \quad (5)$$

В формулах (3)–(5) обозначены:

m_h – количество ЗЧ h-й номенклатуры;

s_h – стратегия пополнения ЗЧ h-й номенклатуры;

C_h^{Σ} – затраты на обеспечение ЗЧ h-й номенклатуры;

ε – величина затрат на обеспечение ЗЧ;

Δc – шаг увеличения затрат на обеспечение ЗЧ.

Применение метода динамического программирования позволяет получить множество Парето-оптимальных решений в плоскости «коэффициент готовности – стоимость». Множество стратегий пополнения комплекта ЗЧ определяется следующими вариантами:

S_1 – поставка ЗЧ на весь срок службы;

S_2 – периодическое пополнение ЗЧ с периодом равным одному году;

S_3 – периодическое пополнение ЗЧ с периодом равным $1/\lambda$ (λ – интенсивность отказов, 1/ч.).

Варианты применяемых стратегий пополнения определяются доступностью ЗЧ на периоде постоянства доступности ЗЧ:

$$S=\begin{cases}1\div3,\text{ при } t_h^{\text{д}}\geq\sum_{k=1}^{\gamma}\tau_k;\\ 1,\text{ при } t_h^{\text{д}}<\sum_{k=1}^{\gamma}\tau_k,\end{cases} \quad (6)$$

где $t_h^{\text{д}}$ – период постоянства доступности h-й запасной части.

Результатом решения является совокупность комплектов ЗЧ и стратегий их пополнения, полученных для каждого периода постоянства доступности ЗЧ, обеспечивающих требуемый коэффициент готовности ТлОб РКК с учетом минимальных эксплуатационных затрат на обеспечение ЗЧ. А суммарные эксплуатационные затраты на обеспечение ЗЧ будут получены путем сложения затрат на каждом периоде постоянства доступности ЗЧ.

Пример применения методики

Рассмотрим применение методики для выбора оптимального комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения системы 14И277, обеспечивающих значение коэффициента готовности системы не ниже 0,99 в течение 12 лет эксплуатации.

Пусть поток отказов простейший, параметр потока отказов примем равным интенсивности отказов, аналогично примем параметры потока и как величины обратно пропорциональные математическим ожиданиям длительностей соответствующих процессов.

Выполнив расчеты для определения перечня устаревающих ПКИ и сроков их доступности, используя методику, приведенную в [6], получаем следующие данные для общей оценки недоступности ЗЧ, равной 0,3:

– монитор АРМ NEOVO-19A – 12 лет;

– коммутатор сетевой CSNH-800X – 12 лет;

– плата PSI-429 – 7 лет;

– плата CPC-502 – 10 лет.

Из этого следует, что периоды постоянства доступности ЗЧ будут имеют следующие значения: $\tau_1 = 7$ лет, $\tau_2 = 3$ года, $\tau_3 = 2$ года.

Следующим этапом расчетов является определение требуемого коэффициента готовности для комплекта ЗЧ. Учитывая,

что отказ любой составной части системы приводит к отказу всей системы, его коэффициент готовности будем определять, как произведение частных коэффициентов готовности входящих в неё составных частей.

Подставив в формулу (1) значения частных коэффициентов готовности составных частей системы, не вошедших в состав комплекта ЗЧ, получим значение 0,9981.

Подставив в выражение (2) имеющиеся значения заданного коэффициента готовности системы и коэффициент готовности составных частей системы, не вошедших в состав комплекта ЗЧ, получим значение 0,9919. Данное число является требуемым значением коэффициента готовности комплекта ЗЧ для каждого периода постоянства доступности ЗЧ.

Для получения оптимального количественного состава ЗЧ и стратегий его пополнения для каждого периода постоянства доступности ЗЧ, воспользуемся алгоритмом определения количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения.

Перед применением алгоритма определим возможные стратегии пополнения для каждой номенклатуры ЗЧ на каждом периоде постоянства доступности ЗЧ. Перечень номенклатур ЗЧ и возможные стратегии их пополнения приведен в табл. 1.

Применение алгоритма позволило получить количественный состав ЗЧ и стратегии его пополнения для каждого периода постоянства доступности ЗЧ (табл. 2–4) с учетом минимальных затрат и коэффициента готовности комплекта ЗИП не менее 0,9919.

Таблица 1

Возможные стратегии пополнения ЗЧ на периодах постоянства доступности ЗЧ

№ п/п	Наименование ЗЧ	τ_1	τ_2	τ_3
1	Блок МВ 24/5	1–3	1–3	1–3
2	Блок МВ 24/12	1–3	1–3	1–3
3	Плата PSI–429	1–3	1	1
4	Плата СРС–502	1–3	1–3	1
5	Монитор АРМ NEOVO–19A	1–3	1–3	1–3
6	Блок РП	1–3	1–3	1–3
7	Блок ОВИ	1–3	1–3	1–3
8	Коммутатор сетевой CSNH–800X	1–3	1–3	1–3
9	Блок ППД	1–3	1–3	1–3

Таблица 2

Количественный состав ЗЧ и стратегии его пополнения для τ_1

№ п/п	Наименование ЗЧ	Кол-во/ стратегия пополнения
1	Блок МВ 24/5	14/2
2	Блок МВ 24/12	21/2
3	Плата PSI-429	13/3
4	Плата СРС-502	5/3
5	Монитор АРМ NEOVO-19A	3/3
6	Блок РП	3/3
7	Блок ОВИ	25/3
8	Коммутатор сетевой CSNH-800X	24/3
9	Блок ППД	8/3

Затраты на обеспечение ЗЧ составят 3706 ден. ед.

Таблица 3

Количественный состав ЗЧ и стратегии его пополнения для τ_2

№ п/п	Наименование ЗЧ	Кол-во/ стратегия пополнения
1	Блок МВ 24/5	9/1
2	Блок МВ 24/12	10/1
3	Плата PSI-429	7/1
4	Плата СРС-502	3/3
5	Монитор АРМ NEOVO-19A	1/3
6	Блок РП	3/3
7	Блок ОВИ	14/3
8	Коммутатор сетевой CSNH-800X	12/3
9	Блок ППД	4/1

Затраты на обеспечение ЗЧ составят 1971 ден. ед.

Таблица 4

Количественный состав ЗЧ и стратегии его пополнения для $\tau_з$

№ п/п	Наименование ЗЧ	Кол-во/ стратегия пополнения
1	Блок МВ 24/5	8/1
2	Блок МВ 24/12	8/1
3	Плата PSI-429	5/1
4	Плата СРС-502	2/1
5	Монитор АРМ NEOVO-19A	1/3
6	Блок РП	1/3
7	Блок ОВИ	11/1
8	Коммутатор сетевой CSNH-800X	9/3
9	Блок ППД	3/3

Затраты на обеспечение ЗЧ составят 1459 ден. ед.

Суммарные минимальные эксплуатационные затраты на обеспечение ЗЧ при выполнении требований к готовности системы 14И277 составят 7136 ден. ед.

Результаты исследования и их обсуждение

Результатом проведенного исследования является разработка методики формирования и пополнения комплекта ЗЧ ТлОб РКК с учетом доступности ПКИ, обеспечивающей снижение эксплуатационных затрат при выполнении требований к коэффициенту готовности оборудования, с учётом доступности устаревающих ПКИ. Данная методика обсуждалась в ходе двух научно-практических конференций.

Заключение

Представленная в статье методика позволяет решать задачу синтеза системы обеспечения запасами, обеспечивающей требуемую готовность оборудования при наименьшей величине эксплуатационных затрат на обеспечение ЗЧ с учетом их доступности. В основе методики лежит алгоритм Беллмана метода динамического программирования. Методика отличается от известных тем, что позволяет учесть снижающуюся со временем доступность ЗЧ.

Список литературы

1. Дьяков А.Н., Жеребцов Е.А., Кокарев А.С., Решетников Д.В. Алгоритмы оперативного обоснования оптимальных планов доставки комплектов запасных частей, инструментов и принадлежностей // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. № 658. С. 130–138.

2. Шура-Бура А.Э., Топольский М.В. Методы организации, расчета и оптимизации комплектов запасных элементов сложных технических систем. М.: Знание, 1981. 540 с.

3. Кокарев А.С., Марченко М.А., Пачин А.В. Разработка комплексной программы повышения ремонтопригодности сложных технических комплексов // Фундаментальные исследования. 2016. № 4. С. 501–505.

4. ГОСТ 27.507 – 2015 Запасные части, инструмент и принадлежности. Оценка и расчет запасов. М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.

5. Методика оценки состава и достаточности ЗИП и расходных материалов КРК 14К330. Утверждена Ген. конструктором КБ «Салют», 2014. 46 с.

6. Богдан А.Н., Кокарев А.С. Подходы к определению перечня устаревающих ПКИ и сроков их доступности // Актуальные проблемы Российской космонавтики: сборник тезисов XLII академических чтений по космонавтике. М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2018. С. 170–171.

7. Богдан А.Н., Бояршинов С.Н., Клепов А.В., Поляков А.П. Модель обеспечения готовности технологического оборудования РКК // Фундаментальные исследования. 2017. № 11. С. 272–277.

УДК 519.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИТЕРАЦИОННОГО МЕТОДА GMRES С ПРЯМЫМ LU РАЗЛОЖЕНИЕМ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ

Богданов А.Е., Торшина О.А.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: olganica@mail.ru

При выборе численных методов для решения систем линейных алгебраических уравнений в первую очередь руководствуются такими параметрами, как точность (позволяет ли метод получить решение с требуемой точностью) и скорость (в зависимости от того, как быстро необходимо получить решение, оценивается единственный релевантный показатель – время на конкретной машине или возможность масштабируемости метода на большой вычислительный кластер). Обычно приходится выбирать компромисс между этими параметрами. Наравне с вышеперечисленным для выбора конкретного метода рассматривается структура матрицы (симметричная, плотная или разреженная, пластинчатая) и собственные значения (все ли они положительны, их сгруппированность, разброс величин). В том числе немаловажную роль играет реализация метода (не всегда удается найти для подходящего метода хорошую реализацию). Когда речь идет о системах уравнений больших размерностей, возникает вопрос о сходимости методов для таких систем. В связи с этим для осуществления оптимального выбора численного метода для решения систем линейных алгебраических уравнений возникает задача оценки различных методов для конкретной проблемы. В данной статье производится сравнительный анализ итерационного метода GMRES с прямым LU разложением при решении систем линейных алгебраических уравнений больших размерностей на плотных несимметричных матрицах квадратной формы. Для сравнения сходимости осуществляется нахождение погрешности полученных решений, высчитывается невязка решений рассматриваемых методов для всех выбранных в рамках статьи размерностей.

Ключевые слова: численные методы, системы линейных алгебраических уравнений, GMRES, LU, итерационный, прямой

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GMRES ITERATIVE METHOD WITH DIRECT LU DECOMPOSITION WHEN SOLVING THE SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS OF LARGE DIMENSIONS

Bogdanov A.E., Torshina O.A.

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, e-mail: olganica@mail.ru

When choosing numerical methods for solving systems of linear algebraic equations, first of all, they are guided by such parameters as accuracy (does the method allow to obtain a solution with the required accuracy) and speed (depending on how quickly a solution is needed, the only relevant indicator is evaluated: time on a specific machine or the possibility of scalability of a method on a large computing cluster). Usually, it is necessary to choose a compromise between these parameters. The structure of the matrix (symmetric, dense or discharged, lamellar) and eigenvalues (whether they are all positive, their grouping, dispersion of values) are considered, equally with the above parameters, to select a specific method. Also, the important role is played by the implementation of the method (it is not always possible to find a good implementation for a suitable method). When it comes to systems of equations of large dimensions, the question on the convergence of methods for such systems appears. In this regard, to implement the optimal choice of a numerical method for solving systems of linear algebraic equations, the problem of evaluating various methods for a specific problem comes up. This article presents a comparative analysis of the iterative GMRES method with direct LU decomposition when solving systems of linear algebraic equations of large dimensions on dense asymmetric square matrices. For comparison of convergence, the error of the obtained solutions is found; the discrepancy between the solutions of the considered methods is calculated for all dimensions selected within the article.

Keywords: numerical methods, systems of linear algebraic equations, GMRES, LU, iterative, direct

Рассмотрим численные методы GMRES и прямое LU разложение, произведем сравнительный анализ полученных данных методами решений СЛАУ больших размерностей на плотных несимметричных матрицах квадратной формы.

Цель исследования: выявить зависимость между сходимостью рассматриваемых численных методов и размерностью СЛАУ.

Материалы и методы исследования

Вычисления проводились на программной платформе .NET Framework 4.5.1, в качестве IDE использовалась Microsoft Visual Studio 2017. Для реализации метода GMRES за основу был взят github проект участника Dan Lavrushko [1]. LU декомпозиция выполнена с помощью библиотеки Math.NET Numerics [2].

Постановка задачи

Рассмотрим задачу решения СЛАУ $A \cdot x = b$ итерационным методом GMRES [3] и LU разложением (декомпозицией) [4], где: A – невырожденная, плотная, несимметричная матрица размером $m \times m$; x – вектор неизвестных размером m; b – свободные члены размером m (1).

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + ... + a_{1m} \cdot x_m = b_1 \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + ... + a_{2m} \cdot x_m = b_2 \\ ..... \\ a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + ... + a_{mm} \cdot x_m = b_m \end{cases}. \quad (1)$$

Метод GMRES

Для численного решения произвольных СЛАУ с заданной точностью на невырожденных, плотных и несимметричных матрицах распространено применение итерационного обобщенного метода минимальных невязок (GMRES).

Метод подразумевает использование алгоритма итераций Арнольди [5] с целью нахождения приближенных собственных векторов матрицы посредством построения ортонормированного базиса подпространства Крылова [6] для осуществления аппроксимации решения с минимальной невязкой.

Сам алгоритм метода GMRES был предложен в 1986 г. Юсефом Саадом и Мартином Х. Шульцем. GMRES стал обобщением метода MINRES Криса Пейджда и Майкла Сондерса, также является частным случаем метода DIIS Питера Пулайе, применимым к нелинейным системам.

Из сложности процесса Арнольди, минимизации невязки и матрично-векторного произведения складывается сложность метода GMRES.

Увеличение объема требуемой памяти для покрытия стоимости вычисления собственных векторов на каждой итерации составляет $O(n^2)$, где n – номер итерации. Очевидно, что многие вычислительные системы не в состоянии удовлетворить такие потребности алгоритма, поэтому для устранения проблемы производится перезапуск вычислений после заданного значения k итераций, начиная с x_k в качестве начального предположения. Такой подход признан модификацией исходного GMRES алгоритма и обозначается с припиской Restarted. При использовании Restarted GMRES возникает существенный недостаток: перезапущенное подпространство часто близко к более раннему подпространству, поэтому метод страдает от стагнации конвергенции. Решением проблемы служит повторное использование подпространства Крылова методами GCROT и GCRODR, которые относятся к типу GCRO.

Сложность решения задачи минимизации невязки (минимальных квадратов) составляет $O(m^2)$, где m – размер матрицы.

Сложность получения решения матрично-векторным произведением составляет $O(nm)$.

Математическое описание алгоритма GMRES. На каждом k-м шаге решение x_k рассматривается в виде $x_0 + Vy_k$, где столбцы υ_k матрицы V находятся с помощью процесса Арнольди для построении ортонормированного базиса $\{\upsilon_1, \upsilon_2, ..., \upsilon_k\}$ подпространства Крылова $K_k(A, \upsilon_1)$, вектор y_k представляет собой решение системы $H_k y_k = \beta_k e_1$, где H_k – верхняя матрица Хессенберга размера $k \times k$, элементы которой формируются в процессе ортогонализации Арнольди, $\beta_k = \|r_0\|_2$, $r_0 = b - Ax_0$, и, наконец, e_1 – канонический вектор $(1 \quad 0 \quad ... \quad 0)^T$ размерности k.

Ортонормированный базис $\{\upsilon_1, \upsilon_2, ... \upsilon_k\}$ подпространства $K_k(A, \upsilon_1)$ вычисляется с помощью ортогонализации Арнольди по формулам

$$\begin{gathered} \omega = A\upsilon_j, \\ h_{ij} = (\omega, \upsilon_i), \\ \omega = \omega - h_{ij}\upsilon_i, \\ h_{(i+1)j} = \|\omega\|, \\ \upsilon_{j+1} = \frac{\omega}{h_{(i+1)j}}, \\ j = \overline{1..k}, \quad i = \overline{1..j}. \end{gathered} \quad (2)$$

После завершения вычислений процессом Арнольди получаем ортонормированный базис подпространства Крылова $V_k = \{\upsilon_1, \upsilon_2, ..., \upsilon_k\}$ и матрицу, расширенную последним вычисленным вектором υ_{k+1}: $\overline{V}_k = \{\upsilon_1, \upsilon_2, ..., \upsilon_k, \upsilon_{k+1}\}$.

H_k – верхняя Хессенбергова матрица, элементы которой равны коэффициентам ортогонализации (3).

$$H_k = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} & \cdots & h_{1k} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} & \cdots & h_{2k} \\ 0 & h_{32} & h_{33} & h_{34} & \cdots & h_{3k} \\ \vdots & & \ddots & \ddots & & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & h_{k-1,k-2} & h_{k-1,k-1} & h_{k-1,k} \\ 0 & \cdots & 0 & 0 & h_{k,k-1} & h_{kk} \\ 0 & \cdots & & & 0 & h_{k+1,k} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Выполнив несложные преобразования, можно получить выражение для невязки

на k-й итерации: $r_k = \beta e_1 - H_k y_k$. Очевидно, что для задачи $\|r_k\|_2 \to \min$ минимум достигается при $H_k y_k = \beta_k e_1$.

Для решения последней системы матрица приводится к верхнему треугольному виду с помощью k вращений Гивенса $R_k = \Omega_k \Omega_{k-1} \ldots \Omega_1$ (4).

$$\Omega_i = \begin{pmatrix} 1 & & & & & & & \\ & \ddots & & & & & & \\ & & 1 & & & & & \\ & & & c_i & s_i & & & \\ & & & -s_i & c_i & & & \\ & & & & & 1 & & \\ & & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & 1 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где $s_i = \frac{h_{i+1,i}}{\sqrt{h_{ii}^2 + h_{i+1,i}^2}}$, $c_i = \frac{h_{ii}}{\sqrt{h_{ii}^2 + h_{i+1,i}^2}}$.

Метод LU разложения

LU разложение основывается на методе последовательного исключения Гаусса. Метод LU разложения подразумевает представление исходной матрицы A в виде произведения нижнетреугольной матрицы L на верхнетреугольную матрицу U (5). Традиционно, либо матрица L, либо U нормализуются до получения единичной диагонали. Несмотря на то, что метод LU разложения предназначен для матриц любой (прямоугольной) формы, чаще всего он применяется к квадратным матрицам $A \cdot x = b$.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & & & & \\ L_{21} & 1 & & & \\ L_{31} & L_{32} & 1 & & \\ \ldots & \ldots & \ldots & 1 & \\ L_{m1} & \ldots & \ldots & L_{m,m-1} & 1 \end{pmatrix} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & \ldots & \ldots & U_{1m} \\ & U_{22} & U_{23} & \ldots & \ldots \\ & & U_{33} & \ldots & \ldots \\ & & & \ldots & \ldots \\ & & & & U_{mm} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Хорошим свойством LU декомпозиции является то, что для хранения опорных точек достаточно $O(m)$ требуемой памяти, так как элементы матрицы L выше главной диагонали равны нулю (сама матрица L имеет единичную диагональ, в соответствии с классической схемой нормализации), поэтому должны быть сохранены только субдиагональные элементы. Точно так же с матрицей U – элементы ниже главной диагонали равны нулю, поэтому должны быть сохранены только главная диагональ и супердиагональные элементы (6).

$$A \to \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} & \ldots & U_{1m} \\ L_{21} & U_{22} & U_{23} & \ldots & U_{2m} \\ L_{31} & L_{32} & U_{33} & \ldots & U_{3m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ L_{m1} & \ldots & \ldots & L_{m,m-1} & U_{mm} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Таким образом, LU представление матрицы A занимает столько же места, сколько исходная матрица. Исходную матрицу не требуется хранить, так как вся информация о ней расположена в полученных треугольных L и U матрицах.

Различают две реализации алгоритма: наивную и блочно-матричную факторизацию.

Наивная реализация LU разложения плохо масштабируется в зависимости от размера СЛАУ. Когда размерность матрицы A превышает 64×64, она не вписывается в типичную кэш-память ЦП L1, вследствие чего алгоритм затрачивает большую часть времени исполнения на ожидание поступления данных из кэш-памяти L2/L3 или ОЗУ.

Блочно-матричный подход является лучшим решением для решения СЛАУ больших размерностей. При его применении большая матрица разбивается на мелкие блоки и выполняется пошаговая факторизация. Алгоритм LU разложения при таком подходе будет состоять из нескольких шагов.

На первом шаге от входящей матрицы $m \times m$ производится отделение ведущей подматрицы $m \times k$ (7).

$$\left(\begin{array}{c|c} A_1 & \begin{matrix} A_{21} \\ \\ A_{22} \end{matrix} \end{array} \right), \quad (7)$$

где $A_1 \in R^{m \times k}$, $A_{21} \in R^{(m-k) \times k}$, $A_{22} \in R^{(m-k) \times (m-k)}$.

На следующем шаге производится LU факторизация наименьшей матрицы $m \times k$, в то время как остальные части остаются неизменными (8).

$$\left(\begin{array}{c|c} L_1 U_1 & \begin{matrix} A_{21} \\ \\ A_{22} \end{matrix} \end{array} \right), with L_1 = \begin{bmatrix} L_{11} \\ \\ L_{12} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Сравнительный анализ итерационного метода GMRES с прямым LU разложением

Размерность	GMRES	LU	Невязка
	Погрешность	Погрешность	
100×100	2,0116088480075E-12	2,11060429475097E-12	2,0925483568135E-11
200×200	1,83254249558738E-13	5,04210124070489E-13	1,3944401189292E-13
300×300	1,95004482511071E-12	2,47861082279823E-12	3,47103679132488E-10
400×400	2,76235503824824E-13	1,1413797766996E-12	1,38888900380607E-13
500×500	4,48703350072223E-12	1,3246281079378E-11	1,64552815817842E-11
600×600	5,9363410406452E-13	2,72143384747093E-12	7,18314296932476E-14
700×700	1,42739638197509E-12	7,78304694683747E-12	2,00772731773213E-12
800×800	1,61541324545316E-12	8,03706747369854E-12	8,83848549904087E-12
900×900	5,80869227195123E-12	4,70100645431032E-11	3,67883501439792E-12
1000×1000	1,78459029722083E-12	1,50275970448393E-11	2,58693066967908E-12
2000×2000	8,9116957833455E-11	8,4298279402325E-10	4,32651248161164E-09
3000×3000	1,02300509221517E-10	2,25055203080853E-09	3,241424906264E-10
4000×4000	2,11655434842488E-10	5,10361178511771E-09	1,20999033015323E-09
5000×5000	2,45441089565206E-11	7,38593135178026E-10	9,10804764941986E-12
6000×6000	4,77423520551148E-11	1,13189903713514E-09	6,47268016962244E-10
7000×7000	9,69911363063168E-10	1,10518722842222E-08	1,12652671191427E-07
8000×8000	2,66089964273607E-11	1,36072345874094E-09	1,36598510280805E-11
9000×9000	4,99308489261675E-11	2,23105000993159E-09	1,92463156523104E-10

Следующий шаг – обновление части матрицы результатами исходной LU. Верхний блок A_{21} умножается на $inv(L_{11})$, а конечная матрица A_{22} получает более сложное обновление (9).

$$\left(\begin{array}{c|c} L_1U_1 & \begin{array}{c} A_{21} \\ \hline A_{22} \end{array} \end{array}\right) \rightarrow \left(\begin{array}{c|c} L_1U_1 & \begin{array}{c} L_{11}^{-1}\cdot A_{21} \\ \hline A_{22}-L_{12}\cdot(L_{11}^{-1}\cdot A_{21}) \end{array} \end{array}\right) \rightarrow \left(\begin{array}{c|c} L_1U_1 & \begin{array}{c} U_{21} \\ \hline \tilde{A}_{22} \end{array} \end{array}\right). \quad (9)$$

В результате имеется k столбцов L-фактора в L_1, первые k строк U-фактора в матрицах U_1 и U_{21}, а оставшаяся часть, подлежащая обработке, A, сохраняется в конечных mk-строках/столбцах. На этом этапе остается только применить алгоритм к конечным строкам/столбцам A, пока не получится факторизация полной матрицы.

В целом подход имеет хороший потенциал для распараллеливания, потому что взаимодействия с большими m и k могут быть эффективно разделены между различными ядрами.

Частными случаями LU разложения являются: метод прогонки (используется для трехдиагональных матриц), факторизация Дулитла (если у матрицы L на главной диагонали все единицы), факторизация Крита (если у матрицы U на главной диагонали все единицы). Когда $U = L^T$ (или $L = U^T$), это называется разложением Холецкого.

Результаты исследования и их обсуждение

Программно реализовав описанные выше методы, был проведен численный эксперимент, результаты которого представлены в таблице (в соответствии с таблицей).

Для сравнения поведения методов на СЛАУ больших размерностей на каждом шаге сгенерирована произвольная плотная несимметричная матрица квадратной формы A и массив свободных членов b (1).

Решение итерационным методом GMRES находилось с заранее заданной точностью 1E-3.

Погрешность решения рассмотренными численными методами [7] для каждой размерности СЛАУ находилась по формуле

$$\Delta = \left\| A \cdot x - b \right\|. \quad (10)$$

Для проведения сравнительного анализа была найдена максимальная невязка между решениями, полученными представленными методами:

$$\max \left\| \left| x_i^{GMRES} \right| - \left| x_i^{LU} \right| \right\|, i = \overline{1..m}. \quad (11)$$

Полученные результаты могут быть использованы при решении задач, поставленных в работах [8–10].

Выводы

Опираясь на результаты невязок, можно сделать вывод, что оба метода сошлись для

сгенерированных СЛАУ всех размерностей. Анализируя значения невязок, можно сказать, что наиболее заметна зависимость решений от сгенерированных коэффициентов в исходной матрице. Зависимость между размерностью исходных СЛАУ и значениями невязок решений не обнаружена.

Список литературы

1. Biswa Nath Datta Numerical Linear Algebra and Applications. SIAM, 2010. 529 p.

2. Frank R. Tortellini. Recipes for Linear Algebra Computation: LU Factorization Using C++. Amazon Digital Services LLC, 2013. 47 p.

3. Gene H. Golub Matrix Computations (Johns Hopkins Studies in the Mathematical Sciences). Johns Hopkins University Press, 2013. 784 p.

4. J. Douglas Faires Numerical Methods. Cengage Learning, 2012. 608 p.

5. Raphael Couturier Designing Scientific Applications on GPUs. CRC Press, 2013. 498 p.

6. Silvia Gazzola Silvia Noschese, Paolo Novati, Lothar Reichel. Arnoldi decomposition, GMRES, and preconditioning for linear discrete ill-posed problems. Applied Numerical Mathematics. 2019. № 137. [Electronic resource]. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168927419300479?via%3Dihub (date of access: 25.03.2019).

7. Takahiro Katagiri, Pierre-Yves Aquilanti, Serge Petiton A Smart Tuning Strategy for Restart Frequency of GMRES(m) with Hierarchical Cache Sizes. International Conference on Vector and Parallel Processing. Springer, Berlin, Heidelberg. 2018. P. 314–318.

8. Торшина О.А. Формула асимптотики собственных чисел оператора Лапласа-Бельтрами с потенциалом на проективной плоскости // Современные методы теории функций и смежные проблемы: материалы конференции. 2003. С. 258–259.

9. Дубровский В.В., Торшина О.А. Дискретность спектра задачи Неймана // Вестник Магнитогорского государственного университета. 2004. № 5. С. 130–131.

10. Кадченко С.И., Закирова Г.А., Рязанова Л.С., Торшина О.А. Обратная спектральная задача определения неоднородности упругого стержня // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т. 9. № 2. С. 42–45.

УДК 681.51:519.6

НОВЫЙ УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

[1,2]Воскобойников Ю.Е., [1]Боева В.А.

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

[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск

Математические модели многих технических систем имеют вид интегрального уравнения Вольтерра I рода с разностным ядром. Для таких систем задача идентификации заключается в построении оценки для импульсной переходной функции системы по зарегистрированным значениям входного и выходного сигнала. Такая задача является некорректно поставленной, в ней могут нарушаться одно или несколько условий корректности. Для нахождения единственного и устойчивого решения используют различные (как детерминированные, так и статистические) методы регуляризации. Для применения этих методов к рассматриваемой задаче исходное уравнение Вольтерра аппроксимируют системой линейных алгебраических уравнений с плохо обусловленной матрицей, для решения которой уже используют регуляризирующие алгоритмы. Такой подход имеет ряд недостатков. Во-первых, погрешности регистрации входного сигнала не учитываются при построении регуляризирующего алгоритма (только косвенно в некоторых алгоритмах выбора параметра регуляризации – в так называемом обобщенном методе невязки и его вариантах). Во-вторых, при невозможности задать требуемый шаг дискретизации велика ошибка аппроксимации исходного интегрального уравнения. Эти два момента (и не только они) приводят к возрастанию общей ошибки идентификации. В данной работе предлагается другой подход к построению устойчивого алгоритма идентификации, основанный на преобразовании исходного уравнения I рода к интегральному уравнению Вольтерра II рода, решение которого является уже корректно поставленной задачей. Использование сглаживающих кубических сплайнов для вычисления первых производных входного и выходного сигналов, входящих в новое интегральное уравнение, позволяет не только учесть, но и существенно уменьшить влияние погрешностей измерений сигналов на ошибку идентификации. Выполненные исследования показали преимущества предлагаемого подхода.

Ключевые слова: задача идентификации, уравнение Вольтерра I рода, уравнение Вольтерра II рода, алгоритм решения уравнения Вольтерра II рода, сглаживающие кубические сплайны, выбор параметра сглаживания

NEW STABLE ALGORITHM OF NONPARAMETRIC IDENTIFICATION OF TECHNICAL SYSTEMS

[1,2]Voskoboynikov Yu.E., [1]Boeva V.A.

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

[2]Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

Mathematical models of many technical systems have the form of Volterra integral equation of the first kind with a difference kernel. For such systems, the task of identification is to build an estimate for the impulse transition function of the system from the registered values of the input and output signal. Such a task is incorrectly posed, in which one or several correctness conditions may be violated. To find a unique and sustainable solution, various (both deterministic and statistical) regularization methods are used. To apply these methods to the problem under consideration, the original Volterra equation is approximated by a system of linear algebraic equations with a poorly conditioned matrix, for the solution of which regularization algorithms are already used. This approach has several disadvantages. First, the errors of registration of the input signal are not taken into account when constructing a regularizing algorithm (only indirectly in some algorithms for choosing a regularization parameter – in the so-called generalized residual method and its variants). Secondly, if it is impossible to specify the required discretization step, the approximation error of the original integral equation is large. These two points lead to an increase in the total identification error. In this paper, we propose a different approach to constructing a stable identification algorithm, based on the transformation of the original equation of the first kind to the Volterra integral equation of the second kind, whose solution is already a correctly posed problem. The use of smoothing cubic splines for calculating the first derivatives of the input and output signals included in the new integral equation allows not only to take into account, but also to significantly reduce the influence of measurement errors of signals on the identification error. Completed studies have shown the advantages of the proposed approach.

Keywords: identification problem, Volterra equation of the first kind, Volterra equation of the second kind, algorithm of solution of the Volterra equation of the second kind, smoothing cubic splines, selection of the smoothing parameter

Интегральные динамические модели широко используются для описания и моделирования технических систем [1, с. 12–18]. В случае стационарной системы применяется уравнение Вольтерра I рода вида [2, с. 25–29]

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

где $k(t)$ – импульсная переходная функция (ИПФ) системы (ядро интегрального урав-

нения); $\varphi(\tau)$, $f(t)$ – входной и выходной сигналы системы. При этом выполняется условие, которое определяется технической реализуемостью системы

$$k(t) = 0 \text{ при } t < 0. \quad (2)$$

Задача непараметрической идентификации [2, 3] заключается в построении оценки для $k(t)$ по зарегистрированным значениям входного и выходного сигналов идентифицируемой системы. Заметим, что найденная оценка ИПФ в дальнейшем используется как для вычисления количественных характеристик системы (время переходного процесса, величина перерегулирования и т.д.), так и для моделирования системы в целом с использованием модели «вход-выход».

Задача идентификации является некорректно поставленной (НПЗ), в которой может нарушаться одно или несколько требований корректности задачи по Адамару [4, с. 15–18]. Для вычисления устойчивого единственного решения НПЗ используются различные (детерминированные или статистические) регуляризирующие алгоритмы (РА). Для применения РА исходное уравнение или аппроксимируют системой линейных алгебраических уравнений с плохо обусловленной матрицей, или заменяют дискретной сверткой и строят РА на основе дискретного преобразования Фурье (подробнее см. [5, с. 102–106]). И в том, и в другом случаях возникают принципиальные трудности, приводящие к увеличению ошибки идентификации (отсутствует возможность в РА учесть случайный характер погрешностей измерений входного сигнала, сложность формирования периодической дискретной свертки [5, с. 103–106], значительная ошибка аппроксимации исходного интегрального уравнения при невозможности задать требуемый шаг дискретизации и другие).

В данной работе предлагается новый устойчивый алгоритм идентификации, основанный на сведении уравнения (1) к интегральному уравнению II рода (решение которого является корректно поставленной задачей), в которое входят первые производные от входного и выходного сигналов (вычисление которых является НПЗ). Для устойчивого вычисления производных предлагается использовать кубические сглаживающие сплайны, а ошибки дифференцирования минимизируются за счёт выбора параметра сглаживания на основе излагаемого критерия оптимальности. Все это позволяет существенно уменьшить влияние погрешностей регистрации входа и выхода системы на точность получаемых решений задачи идентификации ИПФ стационарной системы.

Метод исследования

Для построения устойчивого алгоритма решения задачи идентификации приведём уравнение (1) к виду уравнения задачи идентификации. При выполнении условия (2) получаем

$$\int_0^t \varphi(t-\tau)k(\tau)d\tau = f(t), t \in [0,T]. \quad (3)$$

Дифференцируя это уравнение по переменной t и выполнив несложные преобразования, приходим к интегральному уравнению Вольтерра II рода

$$k(t) + \frac{1}{\varphi(0)}\int_0^t \varphi'(t-\tau)k(\tau)d\tau = \frac{f'(t)}{\varphi(0)},$$

$$t \in [0,T] \quad (4)$$

решение которого уже является корректно поставленной задачей. Однако построение алгоритма вычисления $k(t)$ из этого уравнения сталкивается со следующими основными трудностями: дифференцирование зашумлённых входного и выходного сигналов идентифицируемой системы; вычисление интеграла свёртки с наименьшими ошибками интегрирования для уменьшения общей систематической ошибки алгоритма идентификации. Для преодоления этих трудностей привлечём математический аппарат сглаживающих кубических сплайнов (СКС). Приведём только основные понятия СКС, необходимые для дальнейшего изложения алгоритма идентификации.

Предположим, что на некотором интервале $[0,T]$ заданы N узлов

$$0 = t_1 < t_2 < ... < t_N = T \quad (5)$$

и определены значения $\varphi_i = \varphi(t_i), i = 1,...,N$ функции $\varphi(t)$ в этих узлах. Функция $S_\varphi(x)$ называется кубическим сплайном с узлами (5), если:

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

$$S_\varphi(x) = a_i + b_i(x - x_i) +$$

$$+c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3; \quad (6)$$

б) функция $S_\varphi(t)$ дважды непрерывно дифференцируема на всём интервале $[0,T]$.

Сплайн называется интерполяционным, если выполняются условия интерполяции

$$S_\varphi(t_i) = \varphi_i, i = 1,...,N. \quad (7)$$

Естественным сглаживающим кубическим сплайном называется функция $S_{\varphi,\alpha}(t)$, удовлетворяющая естественным краевым условиям на вторую произво-

дную $S''_{\varphi,\alpha}(t)$: $S''_{\varphi,\alpha}(t_1) = S''_{\varphi,\alpha}(t_N) = 0$ и доставляющая минимум функционалу [6, с. 42–44; 7, с. 124–132]:

$$F_\alpha(S) = \alpha \int_{t_1}^{t_N} \left|S''(t)\right|^2 dt + \sum_{i=1}^{n} p_i^{-1} (\varphi_i - S(t_i))^2 \ , \quad (8)$$

где $p_i^{-1}, i = 1,...,N$ – весовые множители. Как видно из (8), сглаживающий сплайн не проходит через значения φ_i и поэтому он используется для фильтрации (сглаживания) зашумлённых значений. Параметр сглаживания α «управляет» гладкостью сплайна (а следовательно, и ошибкой сглаживания):

– при $\alpha = 0$ сглаживающий сплайн становится интерполяционным (т.е. проходит через все заданные точки φ_i);

– при $\alpha \to \infty$ сглаживающий сплайн вырождается в прямую линию (эффект переглаживания зашумленных данных).

Алгоритм вычисления коэффициентов сглаживающего сплайна при заданном α подробно изложен в [6, с. 45–49] и здесь не приводится. Для построения алгоритма решения уравнения (4) временно будем считать, что по зашумлённым значениям входного и выходного сигналов

$$\tilde{\varphi}_i = \varphi(t_i) + \xi_i, \tilde{f}_i = f(t_i) + \eta_i, i = 1,...,N \ , \quad (9)$$

где ξ_i, η_i – случайные погрешности регистрации сигналов с дисперсиями $\sigma_\xi^2, \sigma_\eta^2$ соответственно построены сглаживающие кубические сплайны $S_{\varphi,\alpha}(t)$, $S_{f,\alpha}(t)$ с производными $S'_{\varphi,\alpha}(t), S'_{f,\alpha}(t)$ соответственно.

Обратимся к интегралу свёртки, входящему в уравнение (4). Для вычисления оценки для $k(t)$ предположим, что на каждом интервале $[t_i, t_{i+1})$ $k(t)$ постоянно и равно $\hat{k}_i = k(t_i)$. Тогда, используя производную $S'_{\varphi,\alpha}(t)$ сглаживающего сплайна, интеграл свёртки будем аппроксимировать суммой

$$\int_0^{t_j} \varphi'(t_j - \tau) k(\tau) d\tau \simeq \sum_{i=1}^{j-1} \hat{k}_i \left[\int_{t_i}^{t_{i+1}} S'_{\varphi,\alpha}(t_j - \tau) d\tau \right]. \quad (10)$$

Можно показать, что

$$\int_{t_i}^{t_{i+1}} S'_{\varphi,\alpha}(t_j - \tau) d\tau = \int_{t_k}^{t_{k+1}} S'_{\varphi,\alpha}(\tau) d\tau, \quad (11)$$

где $k = j - i$. Подставляя (11) в (10), получаем

$$\int_0^{t_j} \varphi'(t_j - \tau) k(\tau) d\tau \simeq \sum_{i=1}^{j-1} \Phi_{j,i} \hat{k}_i, j = 1,...,N-1, \quad (12)$$

где $\Phi_{j,i}$ – элементы матрицы Φ, определяемые через коэффициенты сплайна $S_{\varphi,\alpha}(t)$:

$$\Phi_{j,i} = \int_{t_k}^{t_{k+1}} S'_{\varphi,\alpha}(\tau) d\tau =$$

$$= b_k + 2c_k(t_{k+1} - t_k) + 3d_k(t_{k+1} - t_k)^2, \quad (13)$$

где $k = j - i$. Таким образом, матрица Φ имеет размер $(N-1)\times(N-1)$, и если $i > j$, то $\Phi_{i,j} = 0$. Заметим, что полученная квадратурная формула (13) позволяет достаточно точно и эффективно вычислять значения интегралов, тем самым уменьшая методическую ошибку предложенного алгоритма. Сформируем векторы

$$\hat{f}' = \begin{bmatrix} S'_{f,\alpha}(t_1) \\ \vdots \\ S'_{f,\alpha}(t_{N-1}) \end{bmatrix}; \hat{k} = \begin{bmatrix} \hat{k}_1 \\ \vdots \\ \hat{k}_{N-1} \end{bmatrix}.$$

Тогда уравнение (4) можно аппроксимировать следующей системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) вида

$$\left(I + \frac{1}{S_{\varphi,\alpha}(t_1)} \Phi \right) \hat{k} = \frac{1}{S_{\varphi,\alpha}(t_1)} \hat{f}', \quad (14)$$

где I – единичная матрица размером $(N-1)\times(N-1)$. Решая эту систему, получаем вектор $\hat{k}$, проекции которого являются оценками для значений $k(t_i)$ идентифицируемой ИПФ системы.

Заметим, что СЛАУ (14) имеет хорошо обусловленную матрицу (число обусловленности не больше 3–5), и точность идентификации определяется только ошибками дифференцирования входного (элементы матрицы Φ) и выходного (проекции вектора $\hat{f}'$) сигналов.

От величины параметра сглаживания α существенно зависит ошибка сглаживания. Очевидно желание выбрать параметр таким, чтобы его значение минимизировало принятую величину ошибки сглаживания, которую определим как среднеквадратическую ошибку сглаживания

$$\Delta(\alpha) = M\left[\left\| \sum_{i=1}^{N} \left(f(t_i) - S_{f,\alpha}(t_i) \right) \right\|^2 \right], \quad (15)$$

где $M[\cdot]$ – оператор математического ожидания. Для вычисления оптимального значения α_{opt} необходима априорная информация о точных значениях $f(t_i)$, которая на практике, естественно, отсутствует.

В работе [6, с. 60–73] рассмотрены несколько алгоритмов выбора параметра сглаживания. Показано, что эффективной (наилучшей) оценкой для α_{opt} является вели-

чина α_W, вычисленная на основе статистического критерия оптимальности фильтрации зашумлённых данных. Обоснование этого критерия и его свойства подробно изложены в [6, с. 62–67]. Здесь приведём только конечные соотношения, необходимые для вычисления оценки α_W.

Введём в рассмотрение статистику

$$\rho_W(\alpha) = \frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{N} \tilde{f}_i e_i, \qquad (16)$$

где $e_i = \tilde{f}_i - S_{f,\alpha}(t_i)$ – невязка i-го измерения. Доказано, что если $\rho_W(\alpha)$ при некотором значении α удовлетворяет неравенству

$$\upsilon_{\frac{\beta}{2},N} \le \rho_W(\alpha) \le \upsilon_{1-\frac{\beta}{2},N}, \qquad (17)$$

то такое значение можно принять в качестве оценки для α_{opt} (обозначим это значение как α_W). В неравенстве (17) величины $\upsilon_{\frac{\beta}{2},N}, \upsilon_{1-\frac{\beta}{2},N}$ – квантили χ^2-распределения с N степенями свободы уровней $\frac{\beta}{2}, 1-\frac{\beta}{2}$ соответственно. Величина β определяет вероятность ошибки первого рода при проверке гипотезы об оптимальности оценки α_W и, как правило, $\beta = 0{,}05$.

Заметим, что вычисление α_W сводится к решению нелинейного уравнения

$$\rho_W(\alpha) = N \qquad (18)$$

итерационными алгоритмами. В качестве α_W принимается очередное приближённое решение $\alpha^{(n)}$, которое удовлетворяет неравенству (17). Эффективный алгоритм вычисления α_W, построенный на основе метода Ньютона, приведён в [6, с. 65–66]. Выполненные исследования точности оценки α_W [6, с. 72–76] показали, что сплайн, построенный при $\alpha = \alpha_W$, имеет:

а) ошибку сглаживания, незначительно (на 5–8 %) превышающую ошибку сглаживания при параметре $\alpha = \alpha_{opt}$ (который можно найти только в вычислительном эксперименте);

б) ошибку сглаживания, значительно (на 15–35 %) меньше по сравнению с другими способами выбора параметра (подробнее см. [6, с. 73–76; 8, 9]).

Всё это позволяет сделать вывод о целесообразности использования сглаживающего сплайна с $\alpha = \alpha_W$ для устойчивого вычисления производных входного и выходного сигналов при формировании матрицы Ф и вектора $\hat{f}'$ системы (14).

Результаты численных исследований

Для проверки работоспособности и эффективности предложенного алгоритма идентификации был проведен многочисленный вычислительный эксперимент. Остановимся только на результатах одной серии исследований. В качестве $k(t)$ была взята ИПФ колебательного звена второго порядка (на рис. 1 – сплошная кривая). Значения входного и выходного сигналов искажались случайными нормально распределенными погрешностями с относительными уровнями: $\delta_\varphi = \frac{\|\tilde{\varphi} - \varphi\|}{\|\varphi\|}$, $\delta_f = \frac{\|\tilde{f} - f\|}{\|f\|}$, где φ, f – векторы, составленные из точных значений сигналов, $\tilde{\varphi}, \tilde{f}$ – векторы зашумленных значений, $\|\ \|$ – евклидова норма вектора. Ошибка идентификации определялась относительной величиной $\delta_k = \frac{\|\hat{k} - k\|}{\|k\|}$. На рис. 2 точечной кривой показана оценка для ИПФ, построенная по производным интерполяционных сплайнов (т.е. без сглаживания) при уровнях шумов $\delta_\varphi = 0{,}05$, $\delta_f = 0{,}05$, $N = 190$, сплошной кривой – значения точной ИПФ. Видно, что полученное решение существенно отличается от точной ИПФ, что иллюстрирует высокую неустойчивость такого решения к погрешностям регистрации входного и выходного сигналов. На рис. 1 точечной кривой показано решение, построенное по сглаживающим кубическим сплайнам (с параметрами сглаживания α_W) при тех же уровнях шумов. Видно, что решение достаточно хорошо совпадает с точной ИПФ системы (относительная ошибка идентификации $\delta_k = 0{,}077$).

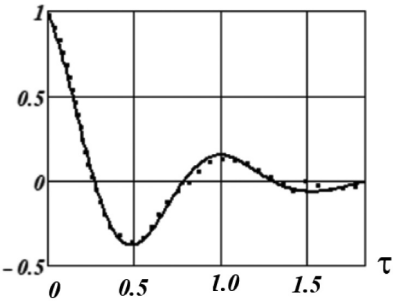


Рис. 1. Импульсная переходная функция и ее оценка

Также было выполнено сравнение предложенного алгоритма идентификации с регуляризирующим алгоритмом, построенным на основе ДПФ (подробно этот РА изложен в [5, с. 104–105]. Относительная ошибка идентификации предложенным алгоритмом была на 25–50 % меньше по сравнению со вторым РА. Это отчасти объясняется ошиб-

кой аппроксимации исходного уравнения системой линейных алгебраических уравнений во втором РА. Заметим, что выигрыш по точности идентификации увеличивался по мере возрастания отношения $\delta_\varphi / \delta_f$, например при $\delta_\varphi / \delta_f = 2 \div 3$.

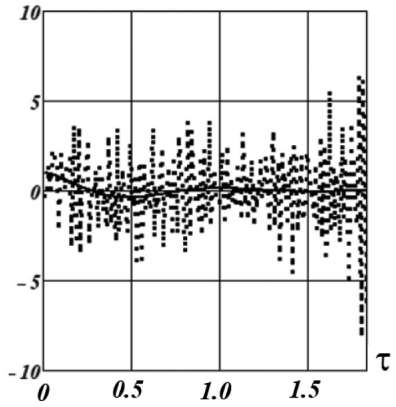


Рис. 2. Оценка ИПФ, построенная по интерполяционным сплайнам

Заключение

Высокая точность предлагаемого алгоритма идентификации объясняется следующими его преимуществами:

1. Матрица СЛАУ (14) хорошо обусловлена, и поэтому ошибки вычисления вектора правой части (ошибки дифференцирования выходного сигнала) гораздо слабее влияют на построенное решение, чем погрешности правой части в РА, построенном на основе ДПФ.

2. Наличие в предлагаемом алгоритме интеграла от производной входного сигнала (при вычислении элементов матрицы Ф (12), (13) в значительной степени «сглаживает» ошибку вычисления первой производной, что обуславливает уменьшение общей ошибки идентификации.

Список литературы

1. Сидоров Д.Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. 293 с.

2. Бойков И.В. Аналитические и численные методы идентификации динамических систем. Пенза: ПГУ, 2016. 396 с.

3. Первушин В.Ф. О непараметрической идентификации линейных динамических объектов // Вестник Томского государственного университета. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 4 (25). С. 95–104.

4. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986. 285 с.

5. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые алгоритмы решения обратных измерительных задач / Научная монография. Новосибирск: Изд-во НГАСУ. 2007. 184 с.

6. Воскобойников Ю.Е. Математическая обработка эксперимента в молекулярной газодинамике. Новосибирск: Наука. 1984. 238 с.

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

8. Kubo L.H., J. de Oliveira. Smoothing by cubic spline modified applied to solve inverse thermal problem. Computational and Applied Mathematics. 2018. v. 37. no. 2 P. 1162–1174.

9. Крянев А.В., Лукин Г.В. Метрический анализ и обработка данных. М.: ФИЗМАЛИТ, 2010. 279 с.

УДК 621.865.8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ В ГРУППЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

[1,2]Даринцев О.В., [2]Мигранов А.Б.

[1]ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: ovd@uimech.org;

[2]Институт механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр» Российской академии наук, Уфа, e-mail: abm.imech.anrb@mail.ru

Показаны результаты исследования применимости нейронных сетей для распределения задач в группах мобильных роботов. Использование известных подходов на основе методов перебора, графовых методов, математического и динамического программирования, классических методов при распределении задач в процессах с высокой динамикой, что характерно для коллективной робототехники, ограничивается их вычислительной сложностью, а эффективная реализация – ресурсами и быстродействием бортовых устройств мобильных роботов. Предложенный алгоритм позволяет эффективно распределять ресурсы по отдельным роботам группы в соответствии с выбранными критериями оптимальности в условиях ограниченных аппаратно-программных бортовых систем управления. В качестве критериев оптимальности используются минимальные энергетические затраты на выполнение задачи, быстродействие реализации операций, близость робота к месту выполнения задачи. Рассмотрена специфика модели рабочего пространства, формализованы цели функционирования роботов и определено множество решаемых коллективом задач. Выбрана структура нейронной сети и необходимый набор параметров для достижения наибольшей эффективности процесса распределения задач. Для реализации предложенного подхода был разработан вычислительный алгоритм в среде Matlab на примере группы, состоящей из четырех роботов. Представлены алгоритм программной реализации и результаты моделирования.

Ключевые слова: распределение задач, группа мобильных роботов, групповое управление, нейронная сеть, интеллектуальные алгоритмы

INTELLIGENT DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOR GROUP OF MOBILE ROBOTS

[1,2]Darintsev O.V., [2]Migranov A.B.

[1]Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: ovd@uimech.org;

[2]Mavlyutov Institute of Mechanics, Ufa, e-mail: abm.imech.anrb@mail.ru

Results of research of applicability of neural networks for distribution of tasks in groups of mobile robots are shown. The use of known approaches based on search methods, graph methods, mathematical and dynamic programming, classical methods in the distribution of tasks in processes with high dynamics, which is typical for collective robotics, is limited by their computational complexity, and effective implementation – resources and performance of onboard devices of mobile robots. The proposed algorithm makes it possible to efficiently allocate resources to individual robots of the group in accordance with the selected optimality criteria in conditions of limited hardware and software onboard control systems. The criteria of optimality are the minimum energy costs for the task, the speed of operations, the proximity of the robot to the place of the task. The specificity of the working space model is considered, the goals of robots functioning are formalized and the set of tasks solved by the team is determined. The structure of the neural network and the necessary set of parameters to achieve the highest efficiency of the task distribution process are selected. To implement the proposed approach, a computational algorithm was developed in the Matlab environment on the example of a group consisting of four robots. The algorithm of software implementation and simulation results are presented.

Keywords: task distribution, group of mobile robots, group control, neural network, intelligent algorithms

Человеко-машинные системы находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности и производства, при этом значительные средства вкладываются в разработку технологий коллективной робототехники и в решения связанных с ними специфичных проблем, одной из которых является распределение задач между автоматизированными процессами на различных уровнях систем управления и планирования [1], методики решения которой схожи с решениями сложных комбинаторных проблем [2]. Анализ публикаций показал, что для подобных задач часто используются искусственные нейронные сети [3–5], методы перебора [6], графовые методы [7], методы математического и динамического программирования [8].

Широкое использование вышеперечисленных подходов при распределении задач в процессах с высокой динамикой (характерно для коллективной робототехники) ограничивается их вычислительной сложностью, а эффективная реализация – ресурсами и быстродействием бортовых устройств мобильных роботов (требование миниатю-

ризации габаритов и снижение энергопотребления роботов – агентов коллектива, что не позволяет размещать на мобильной платформе высокопроизводительные вычислительные устройства). Распределение задач в группе мобильных роботов – нетривиальный процесс, направленный на определение и оперативную оптимизацию ресурсов группы, обеспечивающих достижение групповой цели. Для принятия решений по распределению задач необходимо построение причинно-следственных связей между событиями, возникающими в группе. Одним из классических подходов решения данной задачи является использование методов классической оптимизации, предусматривающих исследование непрерывной функции многих переменных на экстремум, для анализа приращений значений происходящих событий по отношению к множеству приращений индикаторов процесса. Но решение при помощи подобного подхода не всегда является целесообразным из-за чрезмерных вычислительных затрат и высокого количество итераций, обусловленных большой размерностью вектора состояния исследуемого процесса. В качестве альтернативного подхода решения подобных задач является использование аппарата искусственных нейронных сетей [3–5].

Целью работы является разработка интеллектуального метода распределения задач в группе мобильных роботов на основе нейронных сетей, с помощью которого возможно эффективно реализовать процесс распределения и обеспечить надежность функционирования роботов в условиях дефицита ресурсов. Для решения поставленной цели предлагается использовать современные методы моделирования, теории управления и искусственного интеллекта на основе нейронных сетей.

Рассмотрим задачу выполнения заданий роботами на рабочем поле размером $N \times N$. Пусть задано n роботов, которым необходимо выполнить задачи V_i из массива заданий V, при этом задачи не связаны между собой. Для каждого робота определим его функциональные возможности F_i. В начальный момент времени роботы располагаются в точках с координатами (x_i, y_i), где $i = 1, 2, \ldots, N$. Примем, что показателем качества q_i выполнения задания является функционал

$$q_i = \sum_{k=1}^{2} \omega_k S_k, \sum_{k=1}^{2} \omega_k = 1,$$

где $\omega_k = \text{const} \in [0, 1]$ – весовые коэффициенты, S_k – функции соответствия, вычисляемые для оценки степени соответствия потенциального решения k-му критерию.

Функция S_1 характеризует критерий качества выполнения задания в соответствии с длиной траектории:

$$S_1 = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2},$$

где (x_{i+1}, y_{i+1}) – координаты точки, в которой необходимо выполнить задание.

Функция S_2 характеризует критерий качества выполнения задания в соответствии с функционалом робота:

$$S_2 = F_i.$$

Процесс оптимального распределения задач будет заключаться в поиске критерия Q:

$$Q = \min \{q_1, q_2, \ldots, q_n\}.$$

Найденное решение Q обеспечивает минимизацию пройденного расстояния и выбор робота в соответствии с требуемым функционалом, что будет способствовать экономии и оптимизации ресурсов.

Рассмотрим группу гетерогенных мобильных роботов, выполняющих операции на некотором участке рабочего пространства. При этом каждый из них имеет возможность выполнить ограниченный набор операций (для некоторых роботов часть запланированных задач является невыполнимой). Также следует учесть, что некоторые простые задачи нецелесообразно назначать роботам, которые имеют расширенный набор функций, при наличии на равном с ними удалении роботов с меньшим набором функций. Например, если на некоем расстоянии от объекта располагаются два робота $R1$ и $R2$, при этом робот $R1$ может выполнять измерения, расчеты, видеосъемку и анализ состояния объекта, а робот $R2$ – только видеосъемку объекта. При таком расположении роботов в группе, если ставится задача провести видеосъемку, целесообразнее использовать робота $R2$, так как в последующий момент времени может возникнуть задача, которую способен выполнить только $R1$, но не сможет выполнить $R2$. В противном случае задача не будет выполнена или появится необходимость привлекать третьего робота $R3$, который может находиться на значительном удалении, что, в итоге, приведет к нецелесообразной трате ресурсов. Задачи, решаемые роботами как потенциальными агентами, могут частично дублироваться, но если один из них функционально перегружен, а другой выполняет лишь одну функцию (например, видеосъемку), его использование может являться целесообразным по показателям надежности или массогабаритным характеристикам.

Роботы получают сигналы управления из командного центра, который принима-

ет решение о распределении задач и выборе робота для их выполнения. В процессе взаимодействия с командным центром используется специализированный протокол, в соответствии с которым роботы сообщают о начале, окончании и о невозможности выполнения задачи, а также координаты своего местонахождения. В соответствии с данным протоколом робот при изменении своего статуса или окружающей обстановки отправляет сообщение в центр управления, например отправляется сообщение «задача выполнена» после отработки определенного задания или «координаты местонахождения *X*, *Y*» при перемещении робота в новую точку рабочего пространства в соответствии с поставленным заданием.

В ходе выполнения операций основными функциями командного центра являются анализ данных и распределение задач в соответствии со следующими условиями:

1) задача (последовательность операций) должна быть выполнена;

2) временные затраты для выполнения задачи должны быть минимальны;

3) материальные (энергетические) затраты должны быть минимальны;

Необходимо синтезировать алгоритм распределения задач в соответствии с перечисленными условиями (ограничениями) и критериями оптимальности. В качестве решения предлагается использовать нейронную сеть прямого распространения, которая позволяет реализовать однонаправленную передачу сигналов из командного центра отдельным роботам группы. Использование такой сети обусловлено простотой реализации, быстротой выработки сигналов управления, а также гарантированным получением ответа после прохождения данных по слоям. Выбранная нейронная сеть функционирует в режиме без обратной связи и формирование команд происходит при помощи прямых каналов связи с явным заданием значения команды.

Реализация алгоритма

Синтезируется нейронная сеть, имеющая классическую структуру персептрона – входные, скрытые и выходные нейроны, связанные между собой синапсами, имеющими определенный вес. Структура сети состоит из элементов трех типов: *S*-элементов, *A*-элементов и одного *R*-элемента. Вес синапса задается при начальном обучении нейронной сети в зависимости от того, какой робот передает информацию входному нейрону. В предлагаемом варианте нейронной сети веса будут распределены таким образом:

1) $W_1, W_2, \ldots, W_k$ где W_k – вес, назначенный синапсу, соединяющему первый из тройки входной и скрытый нейрон, отвечающий за набор функций, где k – максимальное значение набора функций, то есть полный ее набор;

2) $S_1, S_2, \ldots, S_n$, где S_n – вес, назначенный синапсу, соединяющему второй из тройки входной и скрытый нейрон, отвечающий за удаленность от места выполнения задачи, n в данном случае – максимальная удаленность;

3) A_1, A_2 – веса, назначенные синапсам, соединяющим третий из тройки входной и скрытый нейрон, отвечающий за возможность выполнения задачи, где A_1 – возможность выполнения задачи, A_2 – невозможность выполнения задачи.

Q – это вес, назначенный синапсу, соединяющему скрытый и выходной нейроны, и являющийся показателем целесообразности назначения задачи тому или иному роботу по заданному алгоритму, описанному ниже; R – вес, назначенный синапсу, соединяющему выходной нейрон и центр управления, указывающий, какой из скрытых нейронов обслуживает робота, которому целесообразно назначить текущее задание.

Входные нейроны разделены по группам: первая отвечает за сбор данных о наборе функций робота; вторая – за сбор данных о его позиции в системе координат; третья – за сбор данных о возможности или невозможности выполнения задачи. Роботы, находящиеся в рабочем пространстве, могут перемещаться, соответственно, они будут прикрепляться к другим, обслуживающим их, тройкам входных нейронов и будет происходить переобучение входных синапсов. Каждый робот обслуживается тремя нейронами входной группы, при этом входные нейроны изменяют состояние (вес) синапса, исходящего от них в зависимости от данных, полученных от соответствующего робота. Далее вычисляется вес синапса, исходящего из скрытого нейрона:

$$Q = \begin{cases} 0, & A_n = 2 \\ \dfrac{\Sigma(W_n, S_n, \ldots)}{k}, & A_n \neq 2 \end{cases},$$

где k – количество суммируемых весов.

В качестве примера для первого робота выберем: $W_1 = 5$, $S_1 = 3$, $A_1 = 1$. Выполняется условие $A_n \neq 2$, соответственно Q_1 в сети на участке, обслуживающем его, будет равняться $(3 + 5)/2 = 4$. Для второго робота $W_2 = 7$, $S_2 = 2$, $A_2 = 1$. Выполняется условие $A_n \neq 2$, поэтому $Q_2 = (2 + 7)/2 = 4{,}5$. Для третьего робота $W_3 = 1$, $S_3 = 1$, $A_3 = 2$. Т.к. $A_n = 2$, робот не способен выполнить поставленную задачу.

Далее информация поступает на выходной нейрон, вес синапса которого формируется исходя из наименьшего веса входящих в него синапсов. В настоящем алгоритме вес синапса, соединяющего выходной нейрон с входными, будет равен среднему арифметическому весов, входящих в скрытый нейрон. Так как $Q_1 = 4$, $Q_2 = 4{,}5$, $Q_3 = 0$, то в результате, если наименьший вес входящего синапса скрытого нейрона будет равен 1, то вес синапса выходного нейрона $R = 1$.

Фактически нейронная сеть, состоящая из входных, скрытых и выходных нейронов, будет обучаться анализу текущей обстановки и формированию выводов о целесообразности назначения конкретному роботу текущей задачи. Тройки входных нейронов в режиме реального времени получают от роботов информацию об их местонахождении, текущей функциональности и возможности выполнения конкретной задачи. В предлагаемом варианте параметры нейронной сети могут также корректироваться администратором путем назначения дополнительных коэффициентов. В этом случае Q_1, для которого выполняется условие $A_n \neq 2$, может быть вычислен по формуле

$$Q_1 = wW_1 + sS_1 + aA_1,$$

где w, s, a – дополнительные коэффициенты.

Дополнительные коэффициенты позволяют скорректировать значимость того или иного критерия, что предоставляет оператору возможность компенсировать небольшие изменения окружающей среды и снижение эффективности роботов в процессе эксплуатации без полного переобучения нейросети.

Обучающая выборка для предлагаемого варианта нейронной сети представляет собой упорядоченный набор значений удаленности робота от места выполнения задачи, его функциональности и рассчитанного показателя качества Q.

Целью алгоритма является поиск робота, который выполнит поставленную задачу при минимально возможном значении показателя качества Q (вес выходного синапса).

На вход нейронной сети подаются данные в десятичном виде (в аппаратной реализации – импульсы определенной формы), которые являются обучающей выборкой. Используемая в настоящем исследовании нейронная сеть обладает свойством обучения без учителя, в качестве обучающей выборки выступают предобработанные данные. Для оптимальной работы персептрона все входные сигналы нормализованы в промежутке [0; 1]. Обучение нейронной сети происходит за счет перемещения роботов по участкам, каждый из которых закрепляется за конкретным нейроном входного слоя. Также у отдельных роботов могут изменяться параметры функционирования без изменения координат, – например, изменение функционала F_i в результате возникновения неисправности или другой нештатной ситуации с потерей определенной функции. В этом случае значение функционала меняется на F_{i-1} и происходит переобучение нейронной сети.

Программная модель и результаты

Для реализации предложенного подхода был разработан вычислительный алгоритм в среде *Matlab* на примере группы, состоящей из четырех роботов. Каждый робот имеет свой уникальный набор функций, при этом для части роботов некоторые задачи являются невыполнимыми. Сигналы управления поступают из командного центра, осуществляющего анализ данных и распределение задач. Роботы могут передвигаться, выполняя задания, назначаемые командным центром на дискретном рабочем поле, каждая задача характеризуется номером и координатами клетки, в которой она должная быть выполнена.

Исходные данные для моделирования приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Конфигурация роботов на рабочем поле

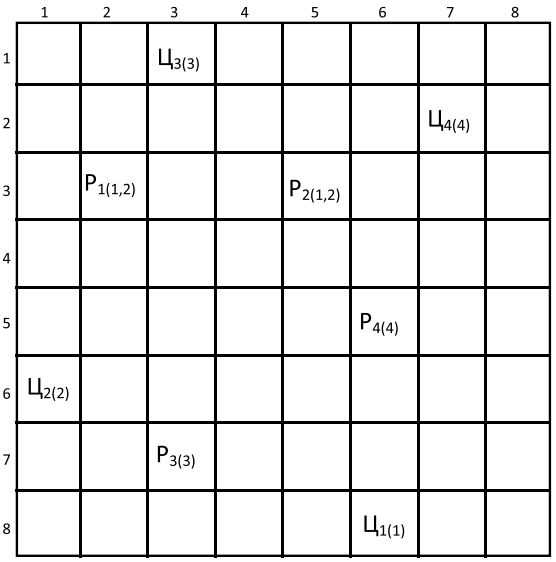
Робот, №	Координаты	Функционал
1	(2; 3)	1,2
2	(5; 3)	1,2
3	(3; 7)	3
4	(6; 5)	4

Таблица 2

Конфигурация целевых точек на рабочем поле

Целевая точка, №	Координаты	Функционал в точке
1	(6; 8)	1
2	(1; 6)	2
3	(3; 1)	3
4	(7; 2)	4

На рисунка в графической форме показана исходная конфигурация рабочего поля, где обозначено $Р_{k(i)}$ – расположение k-го робота с набором функций i; $Ц_{k(i)}$ – расположение целевой точки, в которой необходимо выполнить задание роботом с функционалом i.



Исходная конфигурация рабочего поля

Модель персептрона реализована со следующими параметрами:

– количество нейронов в скрытом слое: 5;

– число итераций: 500;

– длина тестовой выборки: 50;

– размерность обучающей выборки: 328.

В табл. 3 приведены результаты работы программы с количественными характеристиками значений показателя качества Q_k распределения задач для k-го робота.

Таблица 3

Количественные характеристики распределения задач

	Цель 1	Цель 2	Цель 3	Цель 4
Q_1	3,16	1,08	–	–
Q_2	2,53	2,94	–	–
Q_3	–	–	2,6	–
Q_4	–	–	–	0,95

Из табл. 3 согласно условию выбора $Q_i = \min(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)$ распределение задач осуществляется в следующем порядке: целевая задача № 1 выполняется роботом № 2, целевая задача № 2 – роботом № 1, целевая задача № 3 – роботом № 3, целевая задача № 4 – роботом № 4.

Таким образом, разработанная программа реализует структуру нейронной сети и позволяет провести программные эксперименты по моделированию процесса распределения задач для различных входных данных и наборов параметров (критериев), при этом результаты моделирования представляются как в текстовой (директивной) форме, так и в графическом окне, отражающем расположение роботов в рабочем пространстве.

Нейронная сеть способна выявлять скрытые связи между входными и выходными переменными, что позволяет находить решение сложных задач, которые эксперт и тем более аналитические методы решают недостаточно точно. Поэтому в дальнейшем предложенный алгоритм планируется модифицировать с использованием дополнительных критериев оптимальности со скрытыми связями между входными и выходными переменными.

Заключение

В статье рассмотрена методика синтеза интеллектуального алгоритма распределения задач в группе мобильных роботов. В качестве примера рассмотрена группа из четырех роботов. Следует отметить, что центр управления способен обслуживать достаточно большие группы роботов, размер которых ограничен его вычислительными мощностями и доступными объемами запоминающих устройств. Предлагаемая нейронная сеть также не ограничивает количество групп роботов, на которые будет распространяться процесс управления.

Несомненным преимуществом данной методики является то, что администратор сети может на этапе ввода обучающей выборки назначить повышающий или понижающий коэффициент одному из весов, тем самым указать, насколько важен для распределения задачи тот или иной параметр. Также стоит отметить, что данный метод отличается универсальностью, в рамках его реализации могут быть добавлены другие критерии, на основе которых будет производиться распределение задач.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-29-04165-офи_м и Программой Президиума РАН № I.29П.

Список литературы

1. Даринцев О.В., Мигранов А.Б. Распределенная система управления группами мобильных роботов // Вестник УГАТУ. 2017. Т. 21. № 2(76). С. 88–94.

2. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982, 416 с.

3. De Momi E., Kranendonk L., Valenti M., Enayati N., Ferrigno G. A Neural Network-Based Approach for Trajectory Planning in Robot–Human Handover Tasks. Frontiers Robot. AI. 2016. vol. 3. P. 3:34. DOI: 10.3389/frobt.2016.

4. Xiao J., Huang Y., Cheng Z., He J., Niu Y. A hybrid membrane evolutionary algorithm for solving constrained optimization problems. Optik. 2014. № 125(2). P. 897–902.

5. Даринцев О.В., Мигранов А.Б. Сравнительный анализ интеллектуальных методов планирования // Труды Института механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН. Вып. 9. Часть II. Уфа, 2012. С. 53–58.

6. Коффман Э.Г. Теория расписаний и вычислительные машины. М.: Наука, 1984. 335 с.

7. Каляев И.А., Капустян С.Г., Гайдук А.Р. Самоорганизующиеся распределенные системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели // Управление большими системами. Спецвыпуск «Сетевые модели в управлении». 2010. С. 605–639.

8. Kruglikov S.V., Kruglikov A.S. An a priori planning of joint motions for USV as a problem of guaranteed control/estimation. Applied Mechanics and Materials. TransTech Publications, Switzerland. 2014. Vol. 494–495. P. 1110–1113.

УДК 004.9:687.1

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Добровольская Т.А.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: dobtatiana74@mail.ru

В статье приведено описание прикладной программы, разработанной автором в графической среде AutoCAD с использованием встроенного языка программирования AutoLisp и позволяющей проводить проектирование женской одежды на этапе эскизного проектирования на типовую и индивидуальную фигуру. Рассмотрены основные этапы работы прикладной программы, особенности предлагаемого автором интерфейса. Построение технического эскиза производится на абрисе фигуры, при этом программа позволяет либо выбрать размерные признаки, соответствующие типовой фигуре, либо ввести их самостоятельно, если изделие проектируется на нетиповую фигуру. При построении эскиза программа предлагает выбрать силуэт изделия, вид рельефов, форму горловины, воротника, карманов. После задания всех необходимых исходных данных, формирование внешнего вида изделия происходит в автоматическом режиме. При этом построение эскизов производится в двух проекциях: вид спереди и сзади. Предложенный программный продукт позволяет осуществлять автоматизированное проектирование различных изделий женской одежды: платьев, жакетов, юбок, брюк на различные размеры, рост и полноту. Использование данного программного продукта в швейном производстве позволит автоматизировать проектирование изделий легкой промышленности на этапе эскизной проработки, значительно ускорить процесс разработки модельных рядов промышленных коллекций женской одежды. В статье также изложены основные приемы колористического оформления внешнего вида проектируемых изделий с использованием графического редактора Adobe Photoshop и представлены различные варианты цветового решения промышленной коллекции женской одежды, полученные с применением инструментов заливки растровой графики.

Ключевые слова: технический эскиз, абрис фигуры, женская одежда, внешний вид изделия, прикладная программа, легкая промышленность

AUTOMATION OF DESIGNING THE APPEARANCE OF PRODUCTS OF LIGHT INDUSTRY

Dobrovolskaya T.A.

Southwest State University, Kursk, e-mail: dobtatiana74@mail.ru

The article describes the application program developed by the author in the graphic environment AutoCAD using the built-in programming language AutoLisp and allows for the design of women's clothing at the stage of conceptual design for a typical and individual figure. The main stages of the application program, the features of the interface proposed by the author are considered. The construction of a technical sketch is made on the outline of the figure, while the program allows you to either select the dimensional features corresponding to the standard figure, or enter them yourself if the product is designed for an atypical figure. When building a sketch, the program offers to choose the silhouette of the product, the type of reliefs, the shape of the neck, collar, pockets. After specifying all the necessary initial data, the formation of the appearance of the product occurs automatically. In this case, the construction of sketches is made in two projections: front and rear view. The proposed software product allows for the automated design of various products of women's clothing: dresses, jackets, skirts, pants for different size-growth and completeness. The use of this software product in the garment industry will automate the design of light industry products at the stage of preliminary study, significantly accelerate the process of developing model ranges of industrial collections of women's clothing. The article also describes the basic techniques of color design of the appearance of the designed products using the graphics editor Adobe Photoshop and presents various options for color solutions industrial collection of women's clothing, obtained with the use of raster graphics fill tools.

Keywords: technical sketch, outline of the figure, women's clothing, appearance of the product, application program, light industry

В современных условиях для обеспечения конкурентоспособности предприятий в области индустрии моды необходимо осуществлять быструю сменяемость ассортимента с учетом спроса потребителей. Автоматизация эскизного проектирования одежды позволит значительно ускорить процесс разработки и внедрения изделий в производство. При этом проектирование вариантов моделей одежды целесообразно осуществлять на графических моделях реальных типовых фигур и нетиповых фигур. На этапе конструирования одежды «одетые» графические модели типовых и индивидуальных фигур служат также и входной информацией для разработки базовой и модельных конструкций изделий [1–3]. На многих предприятиях по производству одежды установлены системы автоматизированного проектирования. Но не все они имеют подсистему построения эскизов, а кроме того, актуальной задачей является и подготовка грамотного специалиста в области индустрии моды, владеющего различными способами автоматизированного проектирования одежды и способного при-

менять их в зависимости от задач и потребностей конкретного предприятия.

Цель работы: разработка программной реализации автоматизированного формирования технических эскизов моделей женской одежды.

Материалы и методы исследования

На основе анализа формы поверхности одежды в данной работе автором была разработана классификация параметров, характеризующих внешнюю форму изделия по следующим признакам: силуэт, членение силуэта, виды воротников, оформление горловины, виды рукавов, виды застежки. Также были включены отделочные элементы (карманы, пояс, клапаны и т.д.). На основании составленной классификации элементов внешнего вида изделия был разработан алгоритм формирования технического эскиза на абрисе женской фигуры, представленный на рис. 1. При этом при разработке графических моделей фигур использовался пропорционально-модульный способ с нанесением основных линий членения фигуры [2–4]. При построении алгоритма для формирования графических моделей применялись графоаналитический метод геометрического моделирования и параметрическое моделирование объектов. При этом взаимодействие с пользователем осуществляется в диалоговом режиме.

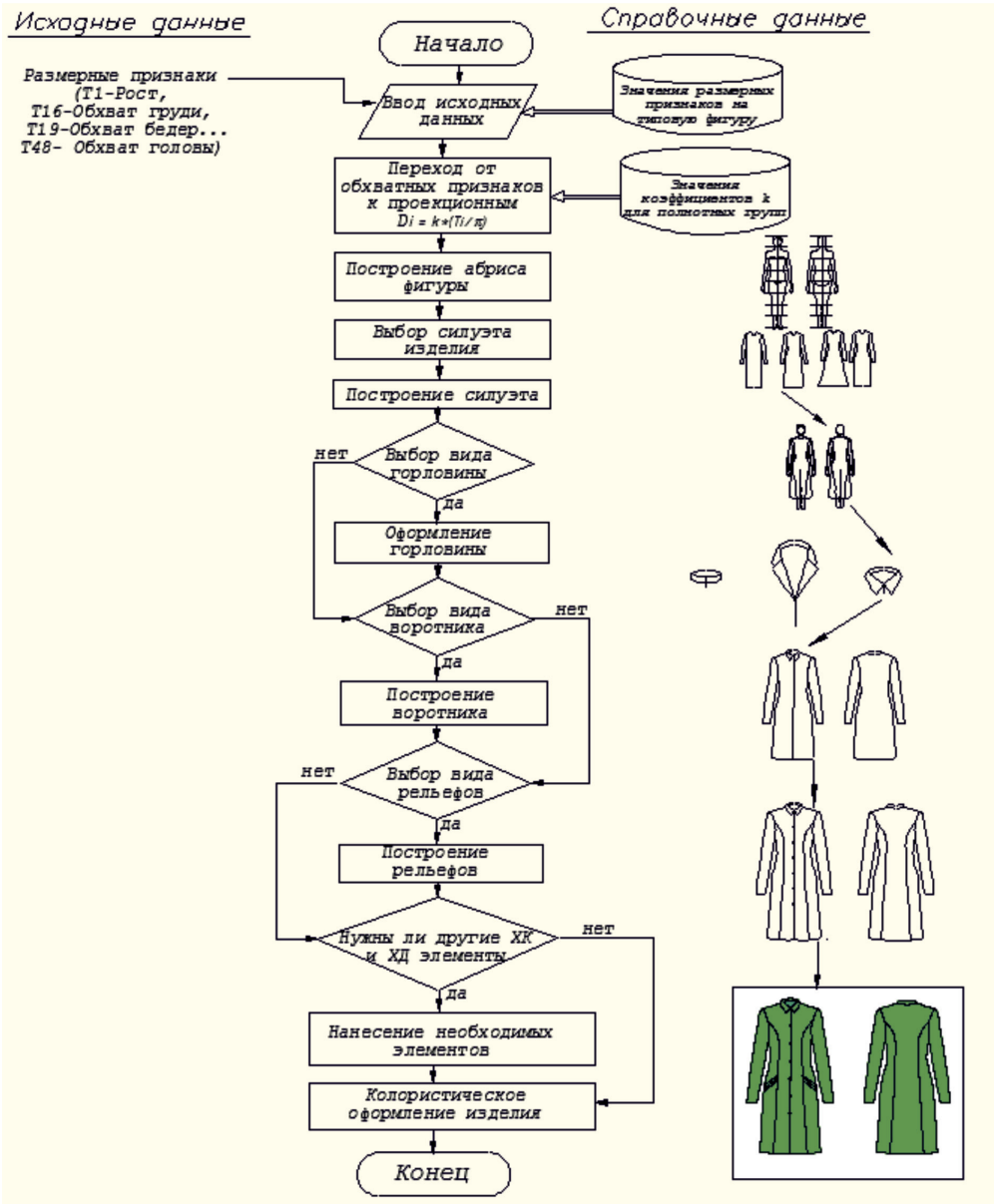


Рис. 1. Алгоритм формирования технического эскиза изделия

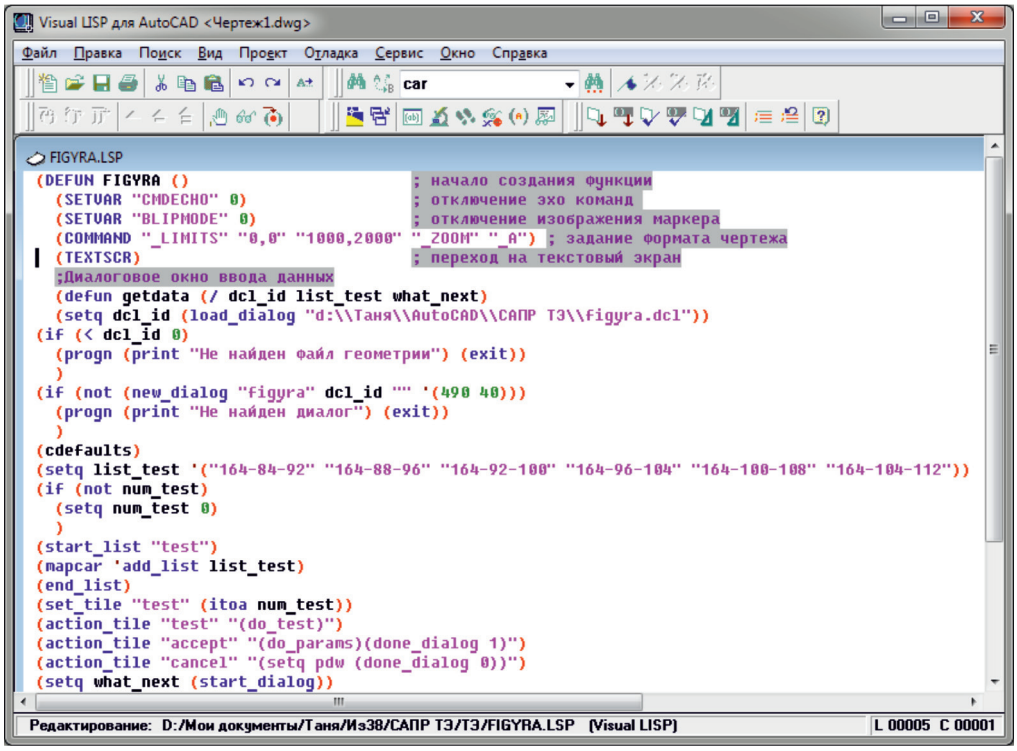


Рис. 2. Фрагмент программы построения абриса фигуры

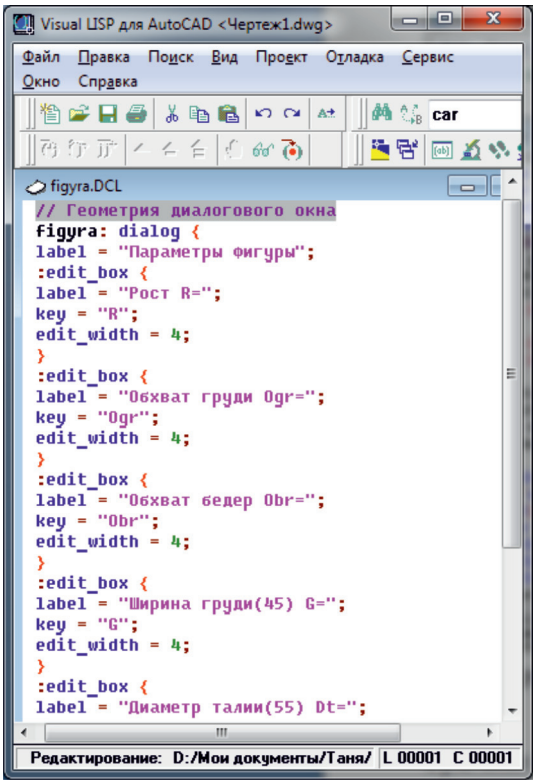


Рис. 3. Фрагмент программы формирования диалогового окна

На основании разработанного алгоритма была создана прикладная программа в графическом редакторе AutoCAD с применением встроенного языка программирования AutoLisp для автоматизации построения технических эскизов женской одежды [5]. На рис. 2 представлен фрагмент программы построения абриса фигуры в приложении Visual LISP. На рис. 3 представлен фрагмент программы формирования диалогового окна для выбора размерных признаков при построении абриса фигуры.

В предлагаемой программе был создан пользовательский интерфейс, представленный на рис. 4, который включает в себя *Вызов панели инструментов*, *Фигура*, *Силуэты*, *Воротники*, *Рельефы*, *Поясные изделия*, *Плечевые изделия* и *Возврат в меню*. Также созданный интерфейс содержит стандартные панели управления программы AutoCAD (панель инструментов, панель слои, панель свойства объекта).

Для автоматического построения фигуры происходит вызов диалогового окна с размерными признаками (рис. 4). После выбора соответствующих признаков (типовых или нетиповых фигур) происходит параметрическое построение абриса фигуры.

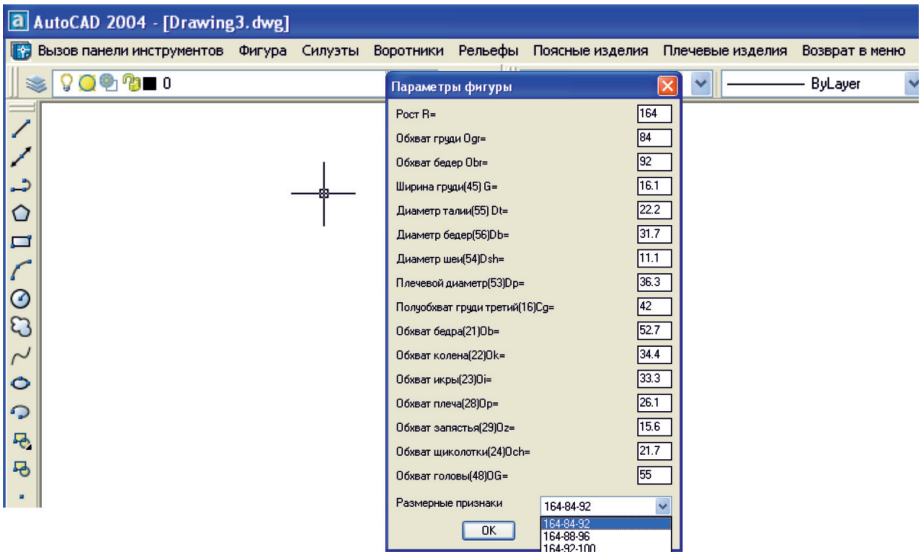


Рис. 4. Пользовательский интерфейс

Результаты исследования и их обсуждение

Непосредственное формирование эскиза происходит на следующем этапе работы программы после построения абриса фигуры по размерным признакам. При выборе подменю *Силуэты* следует выбрать вариант построения силуэта: прилегающий, полуприлегающий, прямой. На следующем этапе в подменю *Рельефы* следует выбрать вариант: из плеча или из проймы. Подменю *Выбор горловины* открывает диалоговое окно выбора горловины. Подменю *Выбор воротника* открывает диалоговое окно выбора воротника (рис. 5). При этом при выборе воротника, например, отложного, в правой части окна предлагаются варианты воротников, соответствующие данному типу, в виде графического изображения.

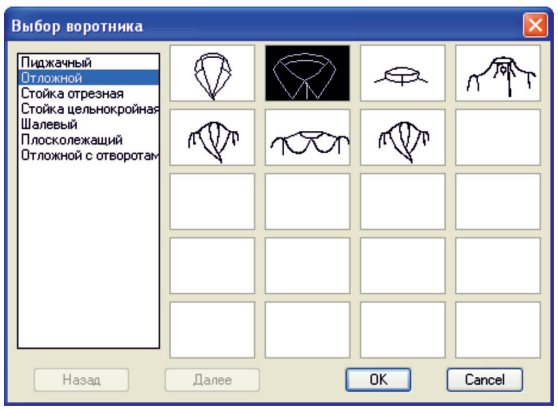


Рис. 5. Диалоговое окно выбора воротника

С помощью подменю *Поясные изделия* можно *построить эскизы юбок или брюк*. Для построения эскизов брюк в программе имеется функция отведения ноги. На рис. 6, 7 представлены примеры готовых эскизов плечевой и поясной одежды на абрисе фигуры с различными рельефами, воротниками, элементами оформления.

Для окончательного оформления эскизов были использованы стандартные команды построения и редактирования графических примитивов программы AutoCAD. Все построения автоматически ведутся по слоям. Это позволяет после завершения всех построений отключить слой с абрисом фигуры и получить готовый эскиз.

Следующим этапом при проектировании внешнего вида изделий является подбор их цветового решения. Для колористического оформления эскизов можно использовать инструменты растровых графических редакторов. В этом случае построенные в прикладной программе эскизы необходимо импортировать в растровый формат.

Широкими возможностями заливки обладает программа Adobe Photoshop. Также в графическом редакторе Adobe Photoshop имеется библиотека различных фактур, которые можно использовать для заливки объектов. Можно совместно использовать различные способы заливки. Для этого на первом этапе следует произвести заливку однородным цветом. На втором этапе следует наложить поверх цвета шаблон фактуры, но предварительно для шаблона необходимо уменьшить непрозрачность. На рис. 8 представлен вариант заливки с использованием однородного цвета и шаблонов.

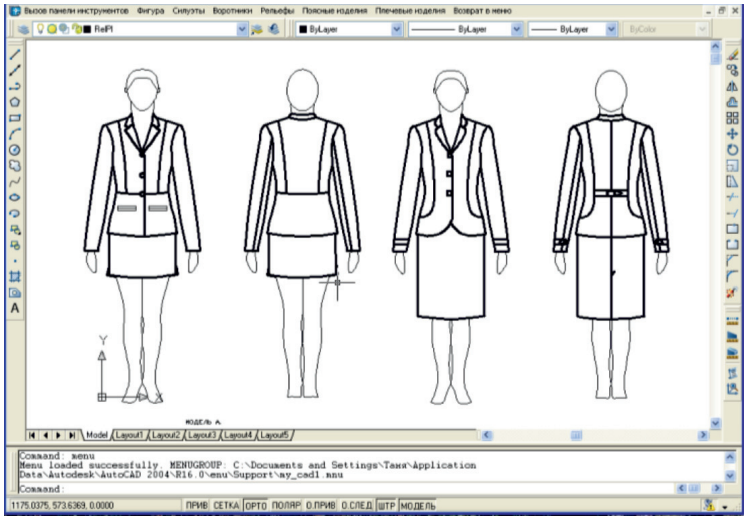


Рис. 6. Пример построения технических эскизов женских костюмов

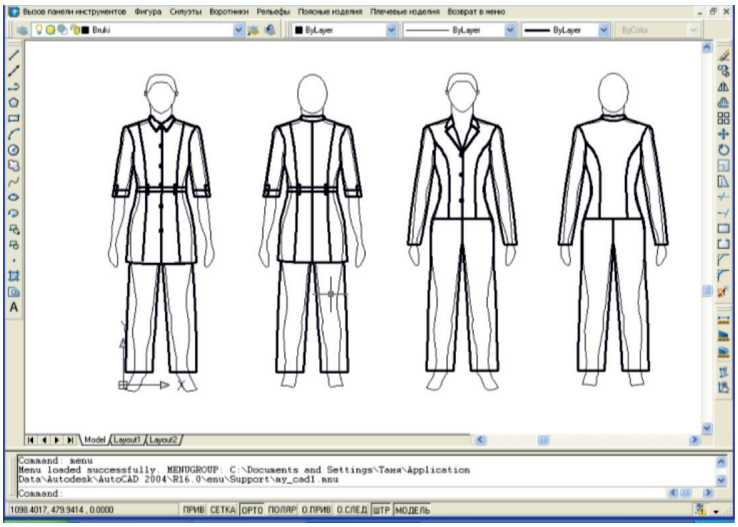


Рис. 7. Пример построения технических эскизов брючных костюмов

Таким образом, графический редактор Adobe Photoshop предоставляет широкие возможности варьирования цветом и узором ткани. Также для заливки можно использовать образцы тканей, предварительно отсканировав их и добавив в библиотеку. Один и тот же модельный ряд можно выполнить в различных цветовых вариантах без отшива изделия и выбрать наиболее подходящие.

В результате художественной проработки и конструктивного анализа моделей-аналогов, был разработан модельный ряд из пяти моделей, основу которых составляют женские платья, отличающиеся между собой комбинацией цветовых решений и различных фактур. Технические эскизы данных были выполнены в прикладной программе автоматизированного эскизного проектирования, разработанной автором, особенности и работа которой изложена выше. Один из вариантов цветового решении коллекции женских комплектов с использованием сочетания различных видов заливки представлен на рис. 9.

Выводы

Разработка программы автоматизированного формирования технических эскизов на абрисе фигуры, получаемой параметрически, являются весьма перспективной, так как она дают возможность ускорить процесс проектирования новых изделий, сократив сроки разработки и внедрения изделий в производство.

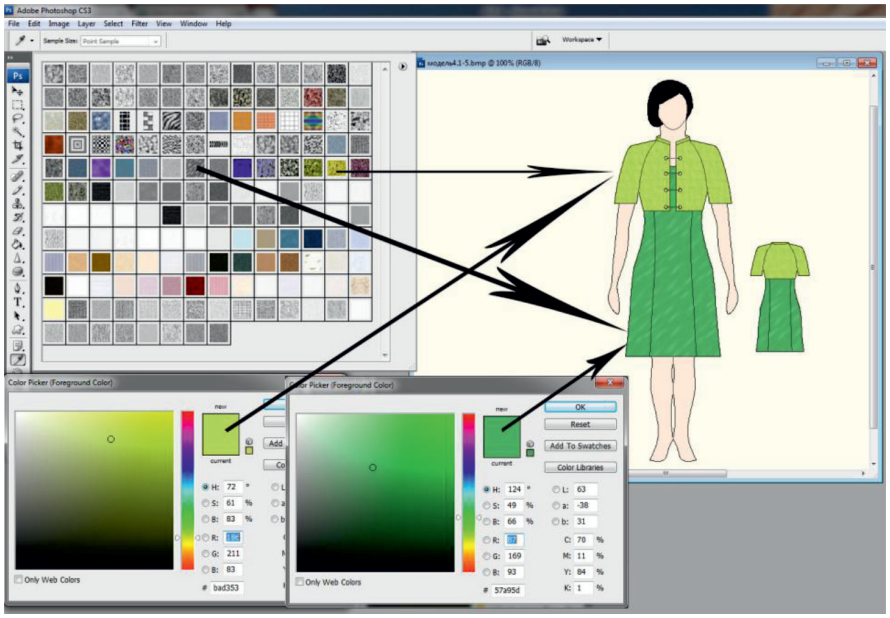


Рис. 8. Колористическое оформление эскиза в сочетании цвета и фактуры

Рис. 9. Вариант колористического оформления модельного ряда

В данную программу включены сценарии построения абрисов женских фигур в 2-х проекциях: спереди и слева. Для автоматического построения абриса фигуры в программе создана база данных размерных признаков типовых женских фигур. Значения размерных признаков можно скорректировать под конкретную фигуру. В программу также включены сценарии построения различных силуэтов изделий (прямой, полуприлегающий, прилегающий). Параметрически записанные технические эскизы позволяют увидеть, как будет выглядеть проектируемая модель на фигурах различного размера, роста и полноты.

На основании разработанной программы и графической системы AutoCAD для дальнейшей проектной проработки в рамках данной работы предложен модельный ряд и его колористическое оформление. Данную программу можно использовать на малых предприятиях индустрии моды, а также в учебных целях при подготовке специалистов в области индустрии моды [6].

Список литературы

1. Устименко Д.А. Компьютерная графика в дизайне костюма // Современные техника и технологии: сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции (18–22 апреля 2011 года). Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. Т. 3. С. 358–359.

2. Королева Л.А., Панюшкина О.В., Подшивалова А.В., Шевчук К.О. Моделирование процессов в интеллектуальной информационной системе «Художественное проектирование» в рамках интегрированной САПР одежды // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 18–23.

3. Медведева Т.В. Разработка теоретических основ процесса проектирования конструкций одежды для создания информационных технологий // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. 2008. № 4 (29). С. 11–17.

4. Бейсенбаев С.К. Компьютерные технологии в проектировании костюма // Наука и мир. 2014. № 1(5). С. 270–272.

5. Добровольская Т.А. Программа построения абриса женской фигуры для разработки технических эскизов моделей одежды // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2017661413 14.08.2017.

6. Добровольская Т.А. Инновационно-образовательные технологии при подготовке специалистов в области индустрии моды // Информационные технологии в управлении, автоматизации и мехатронике: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции (6–7 апреля 2017 года). Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. С. 169–172.

УДК 004.896

ДВУХЭТАПНОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

Долженкова М.Л., Прозорова Т.Г., Чистяков Г.А., Эсаулов О.К.
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», Киров,
e-mail: gennadiychistyakov@gmail.com

В статье предлагается двухэтапный подход к распознаванию графических примитивов в видеопотоке, суть которого состоит в использовании независимых детекторов и классификаторов, предназначенных для работы при различных состояниях внешней среды. С помощью данного подхода решается одна из важных проблем машинного зрения – проблема идентификации сигналов светофора. Актуальность исследования обосновывается отсутствием доступных средств, пригодных для применения в реальных условиях. Отличительной чертой является также применение на этапе детектирования нейросетевых моделей глубокого обучения, использующих в своей архитектуре семейство сверточных слоев. При этом предлагается использовать предобученные модели с измененными весовыми коэффициентами заключительных полносвязных слоев. В работе описываются особенности и недостатки современных методов решения задач данного класса, приводятся основные концепции и положения предлагаемого подхода, а также рассматриваются основные этапы проектирования структуры системы машинного зрения, основанной на данном подходе. Приведенная структура может являться основой для создания более гибкой и адаптированной к реальным условиям системы детектирования и классификации светофоров. Кроме того, предложенный подход в целом может быть обобщен для эффективного решения задач, имеющих аналогичную формальную постановку.

Ключевые слова: компьютерное зрение, машинное обучение, детектирование объектов, распознавание объектов, обнаружение и распознавание светофоров

TWO-STAGE RECOGNITION OF GRAPHIC PRIMITIVES IN VIDEO FLOW

Dolzhenkova M.L., Prozorova T.G., Chistyakov G.A., Esaulov O.K.
Federal Budget Educational Institution of Higher Education Vyatka State University,
Kirov, e-mail: gennadiychistyakov@gmail.com

The article proposes a two-step approach to recognizing graphic primitives in a video stream, the essence of which is the use of independent detectors and classifiers designed to work in various states of the external environment. One of the important problems of machine vision is solved with this approach – the problem of identifying traffic lights. The relevance of the study is justified by the lack of available tools that are suitable for use in real conditions. A distinctive feature is also the use of deep learning neural network models that use a family of convolutional layers in their architecture. It is proposed to use pre-trained models with modified weight coefficients of the final fully connected layers. The paper describes the features and disadvantages of modern methods for solving problems of this class, describes the main concepts and provisions of the proposed approach, and also discusses the main stages of designing the structure of the computer vision system based on this approach. This structure can be the basis for creating a more flexible and adapted to the real conditions system of detection and classification of traffic lights. In addition, the proposed approach as a whole can be generalized to effectively solve problems that have a similar formulation.

Keywords: computer vision, machine learning, object detection, object recognition, detection and recognition of traffic lights

В настоящее время теория искусственного интеллекта является передовым математическим аппаратом, повсеместно внедряемым во многие отрасли человеческой деятельности. Машинное обучение, как одно из направлений искусственного интеллекта, активно развивается и на сегодняшний день применяется как эффективный инструмент решения широкого спектра задач, отличающихся низкой степенью формализуемости и требующих обработки больших объемов неструктурированных или слабоструктурированных данных.

С развитием машинного обучения совершенствуются и другие технологии, основанные на нем. В частности, в последние годы значительно возросли возможности компьютерного зрения, которое позволяет автоматизировать процессы, связанные с извлечением информации [1]. Так, например, становится возможным создание интеллектуальных систем автоматического и вспомогательного управления транспортным средством, ориентирующихся в пространстве и адекватно распознающих происходящие во внешней среде события [2].

Одной из частных проблем, которую необходимо решить при разработке подобного рода систем, является проблема обнаружения в видеопотоке специфических графических примитивов [3]. На основе проведенного анализа был сделан вывод, что на данный момент применяемые для распознавания светофоров подходы и методы дают приемлемое для практического использования качество только в условиях, близких

к идеальным [2–4]. В связи с этим был сделан вывод об актуальности разработки системы, способной решать рассмотренную задачу вне зависимости от состояния внешней среды.

Современное состояние проблемы. Существующие методы выделения графических примитивов в видеопотоке способны определить, имеются ли на изображении интересующие пользователя элементы, и указать, где именно находится каждый объект и какова занимаемая им область [5]. При этом, как правило, выполняется сканирование входного изображения окном и классификация подученных результатов («интересующий объект» или «не интересующий объект»). Основными требованиями, предъявляемыми к данным методам, являются: высокое качество распознавания, работа в режиме реального времени и устойчивость к факторам внешней среды. Максимально эффективно с задачей классификации справляются методы машинного обучения. Однако, на практике один и тот же объект, который необходимо обнаружить или распознать, представляется абсолютно различным вектором пикселей даже при малейших воздействиях внешних факторов, что затрудняет корректное обучение классификатора и дальнейшее его использование [6]. Данная проблема решается с помощью нахождения характерных признаков объекта (цвет, форма, признаки Хаара, локальные бинарные шаблоны, направленные градиенты), которые определяют его уникальные черты и особенности.

Ведущие мировые автомобилестроительные концерны оснащают свои автомобили автономными или полуавтономными системами управления, использующими компьютерное зрение. Так, компания Tesla предложила систему Navigate on Autopilot, которая позволяет распознавать и реагировать на сигналы светофора и знаки «Движение без остановки запрещено», самостоятельно проезжать перекрестки с круговым движением. Audi Group разработала и презентовала интеллектуальную систему, информирующую автомобилистов о работе светофоров в городе. Электронный помощник под названием Green Light Optimized Speed Advisory позволяет распознавать расстояние до следующего перекрестка, зеленый сигнал светофора, а также оптимизировать скорость движения.

К сожалению, особенности реализации подобных систем не находятся в открытом доступе. Однако анализ свободных решений, не сопоставимых с коммерческими по качеству, позволяет сделать вывод о том, что используемый в большинстве работ подход применения единой универсальной модели в качестве детектора и классификатора объектов в реальной жизни крайне затруднителен, поскольку является слишком обобщенным и не может учитывать множество различных факторов, условий и ситуаций (время суток, состояние внешней среды, локальные особенности местности применения системы и так далее) [7].

Кроме того, следует отметить, что базовые методы детектирования, основанные на классических подходах, не обеспечивают высокой точности обнаружения, поэтому в настоящее время более перспективными являются методы на основе глубокого обучения.

Из вышерассмотренного следует также, что рациональным является построение системы на основе композиции двух независимых подсистем: детектирования и классификации, – каждая из которых будет функционировать с применением своего математического аппарата [5].

Материалы и методы исследования

В ходе работы были детально исследованы несколько возможных вариантов организации системы [8], в результате чего были сделаны следующие выводы.

1. При применении для детектирования методов глубокого обучения целесообразно использовать стороннюю предобученную модель. Переориентация модели на поиск примитивов нужного типа может быть осуществлена за счет удаления верхних слоев сети с сохранением сверточной структуры, а также последующим достраиванием нужного числа полносвязных слоев с определением соответствующих весовых коэффициентов посредством дообучения на наборе заранее подготовленных примеров.

2. Эффективное решение задачи классификации возможно с применением классических методов машинного обучения.

3. Для достижения высокого качества работы системы при различных условиях предлагается использование нескольких детекторов и классификаторов, предназначенных для конкретных состояний внешней среды и выбираемых динамически на основе сведений извне.

4. Приемлемые с точки зрения качества результаты достижимы при последовательной обработке видеопотока с определенной частотностью и дальнейшей агрегацией сведений, полученных на смежных кадрах.

5. Совершенствование работы подсистем может быть достигнуто путем использования групп эвристик, предназначенных для устранения дефектов (например, вероятностная реализация отсечения ложных срабатываний).

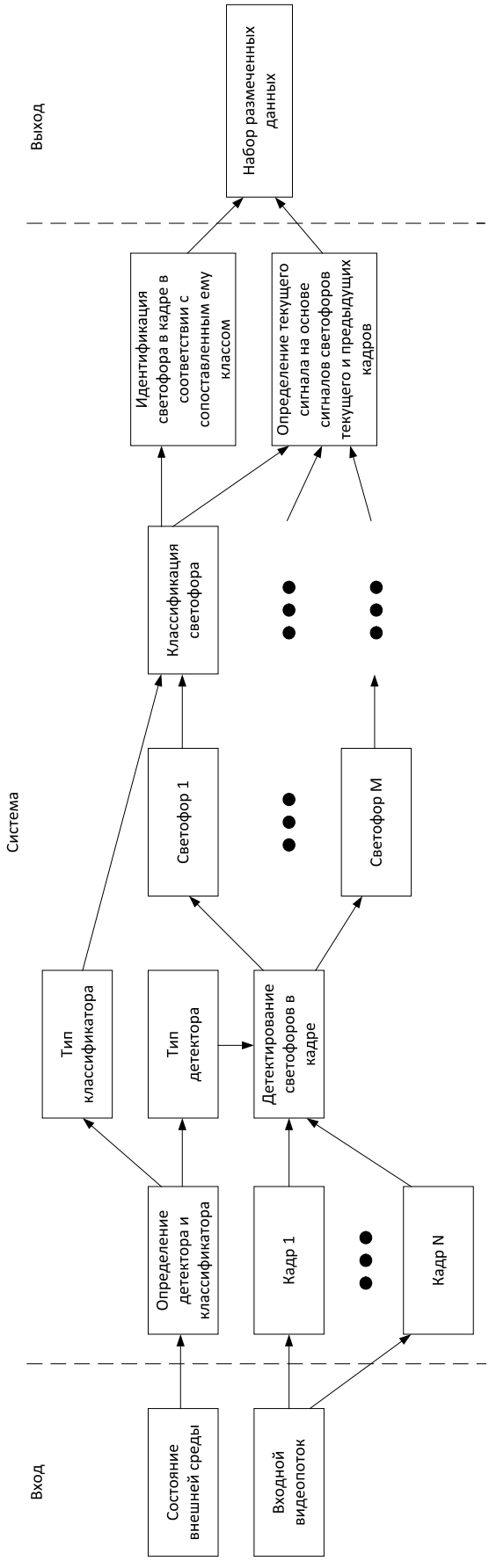


Рис. 1. Общая схема работы системы

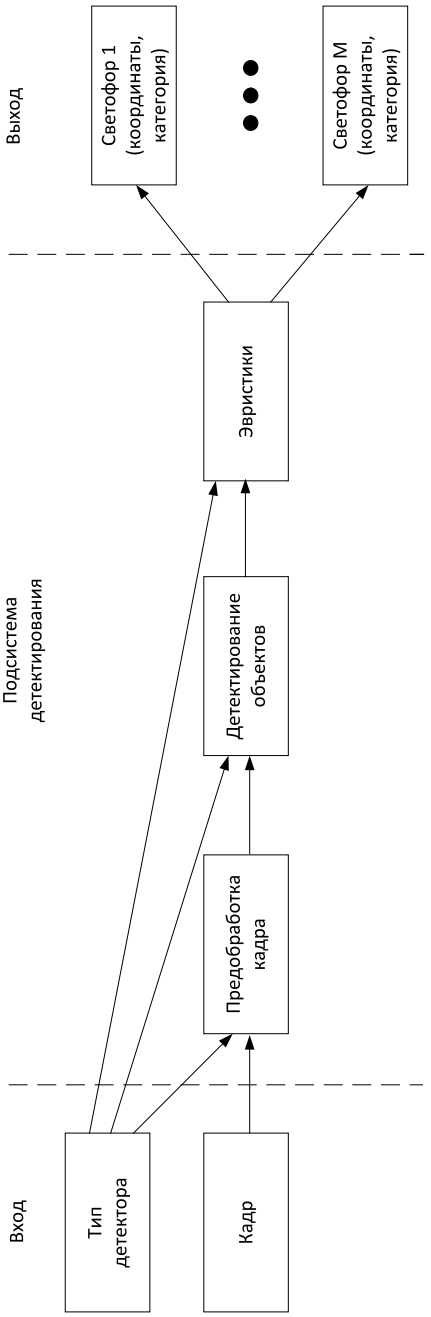


Рис. 2. Общая схема работы подсистемы детектирования

Определенная в соответствии с данными тезисами общая схема работы системы представлена на рис. 1.

Входными данными для системы является видеопоток, а также описание внешней ситуации, на основании которого осуществляется выбор подходящего детектора и классификатора. В частном случае выбор может осуществляться вручную. Поступивший на вход видеопоток разбивается на кадры, после чего осуществляется анализ полученных изображений в соответствии с определенной частотой: в зависимости от характеристик видеопотока, производительности имеющихся аппаратных ресурсов и требования выполнения обработки в режиме реального времени детектирование примитивов может происходить как на всех кадрах, так и на их подмножестве, выбранном с определенным периодом.

Задача обнаружения светофора решается подсистемой детектирования, схема работы которой представлена на рис. 2.

В первую очередь изображение проходит необходимую предварительную обработку – изменение размеров, повышение качества, устранение шумов. После этого кадр подается на вход соответствующей обученной нейросетевой сверточной модели, предназначенной для детектирования светофоров при текущей внешней ситуации [9].

Результатом работы сети является множество пар координат, ограничивающих найденные объекты, а также вероятности принадлежности объектов к определенным категориям (вертикальная ориентация, горизонтальная ориентация, трамвайный светофор и так далее). Далее к полученным данным применяется ряд эвристических алгоритмов (фильтрация по размерам, фильтрация по вероятностям принадлежности и так далее), после чего они выдаются подсистемой. Важно отметить, что совокупность применяемых эвристик определяется типом используемого детектора.

Далее найденные фрагменты необходимо классифицировать: определить текущий сигнал каждого светофора и дополнительную информацию (наличие вспомогательного сигнала-стрелки или дополнительной секции, ситуацию использования неактивной секции в качестве таймера и так далее). Задача классификации решается подсистемой, схема работы которой представлена на рис. 3.

На вход подсистемы подается изображение светофора, его категория, а также непосредственно классификатор. Следует отметить, что именно тип классификатора и категория определяют логику работы подсистемы.

На первом этапе входное изображение проходит предобработку – нормализуются яркость и контрастность, выполняется необходимая фильтрация, а также ряд аффинных преобразований. Затем из изображения выделяются характерные признаки, которые являются базой для классификации, его моделью машинного обучения. Если тип классификатора и категория светофора позволяют, то возможно одновременное использование нескольких моделей, причем как в виде ансамбля (для повышения точности распознавания сигнала), так и в виде независимого набора, выявляющего различные параметры (сигнал, присутствие на фрагменте активного таймера и так далее).

Так как наличие нескольких параметров экспоненциально повышает вероятность ложной классификации, на данном этапе используется ряд эвристических оптимизаций, направленных на исправление возможных ошибок. На выходе подсистема сообщает класс, соответствующий изображению светофора.

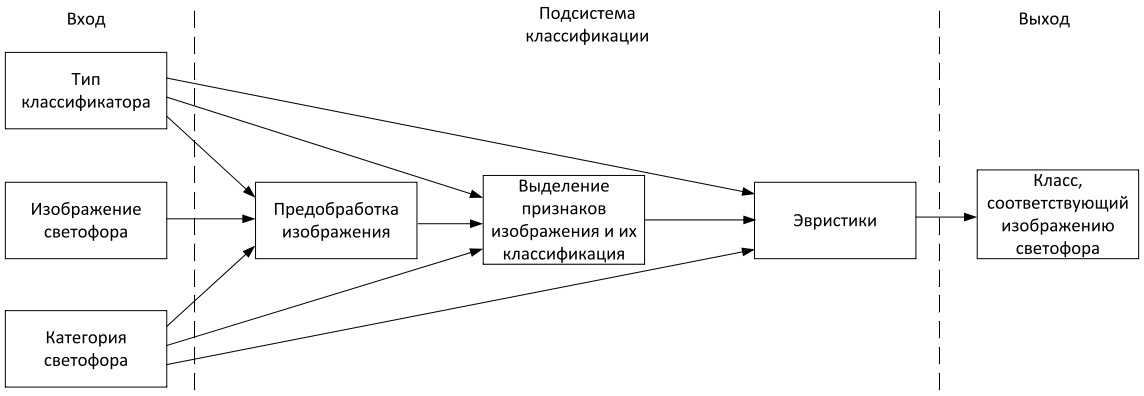


Рис. 3. Общая схема работы подсистемы классификации

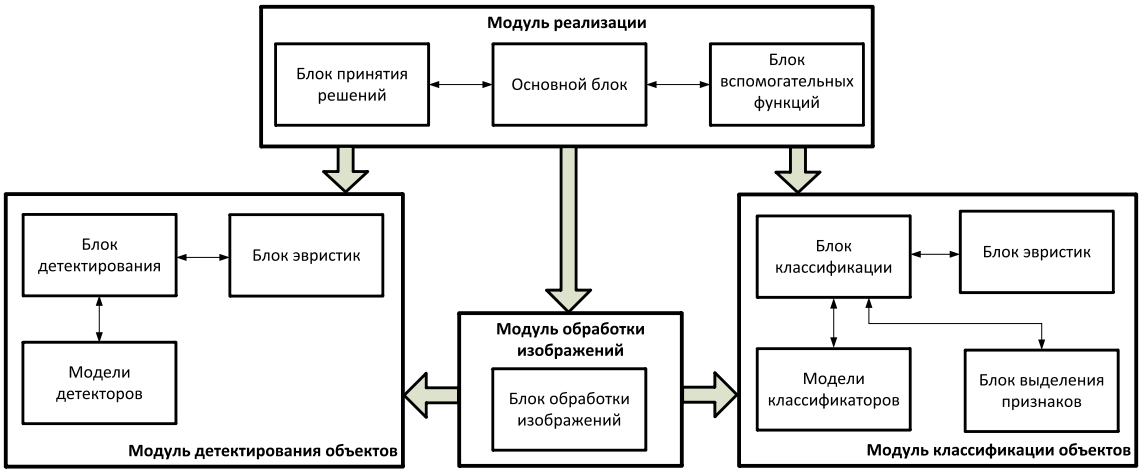


Рис. 4. Структура системы

По завершении этапов детектирования и классификации к полученным данным применяется набор комплексных эвристик, основанных на анализе цепочки сведений, полученных при обработке предшествующих кадров. Данное решение позволяет значительно повысить качество работы системы в целом, за счет выявления ложных срабатываний, вызванных быстроизменяющейся внешней средой. Примером подобной ситуации является восприятие системой нехарактерного блика в солнечную погоду за желтый сигнал светофора.

В итоге с каждым кадром сопоставляется набор размеченных данных, характеризующих все найденные объекты и включающих в себя сведения об их координатах на изображении, принадлежность к определенной категории и коэффициент уверенности в принятом решении, основной сигнал светофора, а также дополнительную информацию о наличии стрелок, таймеров и тому подобного.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе представленных схем была предложена структура системы распознавания светофоров в видеопотоке, изображенная на рис. 4 и включающая в себя четыре основных модуля: реализации, детектирования, классификации и обработки.

Центральным является модуль реализации, обеспечивающий синхронную работу прочих компонентов системы. В основном блоке реализуется рассмотренный выше алгоритм детектирования и классификации. Блок вспомогательных функций отвечает за дополнительный функционал: выделение найденных примитивов в кадре, вывод отладочной информации в консоль, визуализация обработанного видеопотока в отдельном окне по запросу, сохранение данных на внешнем хранилище и так далее. Блок принятия решений содержит дополнительную логику и реализует набор комплексных эвристик, позволяющих определять основной сигнал светофора на основе цепочки проанализированных кадров.

Модуль детектирования объектов состоит из блоков детектирования и эвристик, а также хранит предобученные модели детекторов для различных внешних условий. Блок детектирования реализует соответствующий функционал для работы с моделями на основе глубокого обучения: загрузка моделей в память, создание сессии детектирования, запуск процесса обработки конкретного кадра, интерпретация результатов работы. Блок эвристик реализует вспомогательные алгоритмы для каждой модели детектора.

Модуль классификации объектов включает в себя аналогичные блоки, предназначенные для работы с моделями машинного обучения. Кроме того, в его состав входит блок выделения признаков, в котором реализуется функционал выявления существенных особенностей изображений.

Модуль обработки реализует все необходимые для работы системы функции предобработки.

Заключение

В ходе исследования был предложен двухэтапный подход к распознаванию графических примитивов в видеопотоке, отличающийся совместным использованием нейросетевых детекторов на основе глубокого обучения и классических классифи-

каторов, что в целом позволило обеспечить приемлемое качество определения объектов вне зависимости от внешних условий. Экспериментальная апробация, проводимая на наборе размеченных вручную записей с автомобильного регистратора, с использованием самостоятельно реализованных инструментов на базе библиотеки Keras, показала успешное распознавание более 95% сигналов светофоров. Следует также отметить, что применяемый комплекс эвристик существенно снижает процент ложных срабатываний детекторов. Пример результата работы системы представлен по ссылке [10].

Перспективным направлением дальнейшей работы является адаптация предложенного подхода к решению задач распознавания других типов объектов.

Список литературы

1. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб.: «Питер», 2018. 480 с.

2. Нагайцев М.В., Сайкин А.М., Ендачев Д.В. «Беспилотные» автомобили – этапы разработки и испытаний // Журнал автомобильных инженеров. 2012. № 5 (76). С. 32–39.

3. Дьяков А.С. Анализ отечественного и зарубежного опыта создания безэкипажных наземных транспортных средств специального назначения // Труды НАМИ. 2017. № 4 (271). С. 75–90.

4. Золотых Н.Ю., Кустикова В.Д., Мееров И.Б. Обзор методов поиска и сопровождения транспортных средств на потоке видеоданных // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 5–2. С. 348–358.

5. Долженкова М.Л., Чистяков Г.А. Система управления автономным беспилотным транспортным средством на основе продукционной модели представления знаний // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 9. С. 99–102.

6. Ковалев Д.А., Юдин Д.А. Распознавание сигналов секций светофора на основе анализа цветовых пятен на изображении // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2018. Т. 8. С. 25–29.

7. Алешин С.П., Бородина Е.А. Нейросетевое распознавание классов в режиме реального времени // Инженерный вестник Дона. 2013. № 1 (24). С. 11.

8. Косовская Т.М., Тимофеев А.В. Иерархическое описание классов и нейросетевое распознавание сложных образов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 6. С. 30–33.

9. Рашка С., Мирджалили В. Python и машинное обучение. Машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow. М.: «Вильямс», 2019. 656 с.

10. Chistyakov G., Esaulov O. Example of using of two-stage graphic primitives recognition system [Электронный ресурс]. URL: https://zenodo.org/record/2652062 (дата обращения: 26.04.2019).

УДК 004.042

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУЩЕННЫХ, ИСПРАВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ И ЭМУЛЯЦИЯ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Емельянова Ю.Г., Фраленко В.П., Шишкин О.Г.

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

Задача тестирования работоспособности датчиковой аппаратуры космических систем считается важной, поскольку связана с обеспечением ее отказоустойчивости. По мере подъема масштабов и трудности систем и программ увеличивается размер анализируемой информации, при этом она не всегда доступна для проведения экспериментальных исследований, связанных с моделированием всевозможных аномалий, что, собственно, и нужно для построения и настройки особых систем контроля и диагностики. В работе предложен способ генерации (эмуляции потоков) данных, предназначенный для моделирования различных ситуаций с датчиками космического аппарата и восстановления пропущенных или поврежденных данных. За счет предлагаемых средств обеспечивается высокий уровень охвата автоматическим контролем всевозможных ситуаций, образующихся в процессе функционирования космических аппаратов. Обеспечивается гораздо более точная настройка инструментальных методов диагностики, контроля и прогнозирования изменения состояний, связанных с аномалиями и перебоями датчиков. В представленной работе основной упор делается на восстановление пропущенных или поврежденных данных на основе искусственных нейронных сетей и на генерацию данных, моделирующую информацию, которая поступает с космических аппаратов. Это разрешает анализировать различные последовательности, имеющие как пробелы, так и помехи; визуализировать и предсказывать аномалии в работе сложных технических подсистем.

Ключевые слова: восстановление данных, искусственная нейронная сеть, генерация данных телеметрии, подсистемы, космический аппарат

AUTOMATIC RESTORATION OF MISSED DATA, CORRECTION OF DAMAGED ONES AND EMULATION OF DATA OF TELEMETRY OF SPACE VEHICLE

Emelyanova Yu.G., Fralenko V.P., Shishkin O.G.

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

The task of testing the operability of the sensor structure of space systems is considered to be highly important because it is related to ensuring its fault tolerance. As far as the scale and difficulty of systems and programs increases, the size of the analyzed information increases, and it is not always available for experimental studies related to the modeling of various anomalies, which is actually necessary for building and setting up special monitoring and diagnostic systems. The paper proposes a factory method (stream emulation) data, designed to simulate all sorts of environments with spacecraft sensors and to test breakdown detection and prediction techniques. At the expense of the proposed means, a high level of coverage is provided by the automatic control of all kinds of situations that arise during the operation of spacecraft. A clearer adjustment of instrumental means of monitoring, diagnosing and forecasting the development of situations associated with anomalies and sensor failures is provided. In this paper, the main focus is made on the recovery of missing or damaged data based on artificial neural networks and on the generation of data simulating information coming from spacecraft. This allows you to research all sorts of sequences that have set of failures; show and predict anomalies in the operation of subsystems.

Keywords: data recovery, artificial neural network, telemetry data generation, subsystems, spacecraft

В записях телеметрии, получаемых с датчиков сложных технических систем, к примеру космических аппаратов, имеют место многочисленные сбои в виде пропусков, выбросов, различного рода аномалий. Доступ к таким объектам мониторинга затруднен или невозможен. Для разработки систем автоматического анализа данных в таких случаях необходима эмуляция данных с датчиков. В условиях наличия помех и искажений возникает задача восстановления поврежденных данных. При этом эмулятор подсистем космического аппарата должен формировать потоки данных с сохранением структуры, очередности протекания событий во времени и с возможностью внесения в них разного рода аномалий. Обученная на этих данных система диагностики и контроля должна позволять определять вероятность выхода из строя того или иного датчика, предупреждать о возможности выхода параметров за установленные пределы, что требуется для оперативного принятия решений с целью приспособления к поменявшимся условиям. Данные телеметрии, получаемые с датчиков космического аппарата, содержат многочисленную поврежденную информацию (обычно неизвестных значений), вызвано это различного рода нарушениями или нарушениями оборудования (приемо-передающего), в том числе помехами либо сбоями в каналах связи. В связи с этим для благополучного решения задач прогноза, контроля и диа-

гностики поступающей телеметрической информации с КА принципиальна и важна предварительная обработка.

В настоящей работе предлагается подход и программная реализация восстановления пропущенных и поврежденных данных сложных технических систем, на примере космического аппарата, на основе искусственной нейронной сети. Предлагается генератор, эмулирующий работу датчиков подсистем космического аппарата. Разработанные подходы предполагают возможность регулировки операции восстановления и генерации требуемых тестовых данных под конкретные особенности тестируемой подсистемы космического аппарата.

Цель исследования: разработка подхода и программная реализация восстановления пропущенных и поврежденных данных сложных технических систем, на примере космического аппарата, на основе искусственной нейронной сети. Разработка генератора, эмулирующего работу датчиков подсистем космического аппарата.

Результаты исследования и их обсуждение

Восстановление пропущенных и поврежденных данных на основе нейронных сетей

Мониторинг и диагностика подсистем космических аппаратов является одним из способов гарантировать компетентный уровень производительности при выполнении прогнозирования процессов непредсказуемых ситуаций, которые связаны с аномалиями и неисправностями датчиков. В связи с ростом масштабов космического аппарата и сложности технических систем вырастает трудозатратность тестирований и величина анализируемой информации [1, 2].

Восстановление отсутствующих или поврежденных данных является необходимой функцией генераторов, основанных на неполных данных сложных технических систем (СТС). Стоит отметить следующие наиболее важные способы заполнения пропусков:

– геометрическая интерполяция (интерполяция кубическим сплайном) – с помощью дискретного набора доступных значений возникают промежуточные значения уровней [3];

– заполнение по регрессии – применение полных данных для выстраивания линейного уравнения множественной регрессии; прогноз недостающего индикатора получается путем вставки атрибута предиктора в уравнение регрессии; создает линейную форму переменной, благодаря использованию других характеристик и коэффициентов регрессии [4]; картина уравнения формируется характером динамики установленного явления; вид уравнения создается согласно рассчитанным признакам динамики.

Таблица 1

Часть исходных данных (с пропусками) телеметрии КА

В (напряжение тока бортсети)	А (сила тока бортсети)	В (напряжение солнечной батареи)	Время, с
14,60	0,170	0,20	0
17,90	0,1628	14,74	60
?	0,1755	0,20	120
14,50	0,160	3,853	180
14,40	?	0,20	240
14,50	0,1722	0,19	300
14,30	0,180	0,19	360
?	0,170	0,19	420
14,40	0,1691	0,20	480
14,60	?	?	540
14,20	0,180	0,29	600
?	0,170	0,19	660
14,20	0,160	0,170	720
14,20	0,1793	0,160	780
14,30	?	4,710	840
14,90	0,190	14,740	900
?	0,190	0,180	960
14,10	0,160	?	1020
14,20	0,160	0,170	1080
…	…	…	…

На основании исследования имеющихся способов восстановления пробелов предлагается восстановить недостающую либо испорченную информацию подсистем космических аппаратов с применением искусственной нейронной сети (ИНС) [5, 6]. Для решения задачи возобновления пропусков в данных частично применялась общая регрессионная нейронная сеть, что было оправдано последующими достоинствами [7]: возможность исследовать корреляцию между данными и суммировать информацию; возможность прогнозирования нелинейных взаимосвязей среди входных и выходных параметров.

Рассмотрим задачу восстановления на определенном примере исходных данных с космического аппарата (КА), часть телеметрии представлена в табл. 1.

Устранение некомплектных записей – один из основных шагов обработки данных с пропусками. Под ними понимаются подобные столбцы матрицы, которые содержат пропуски в том же временном срезе, что и восстанавливаемый параметр [8]. Требуется, чтобы число пропусков в начальных данных было незначительным, иначе это приводит к низкому качеству восстановления данных [9, 10]. Предлагаемый алгоритм восстановления данных на основе искусственной нейронной сети содержит следующие шаги:

– анализ исходной таблицы статистических сведений на предмет присутствия и отсутствия пробелов (пропусков);

– определение компетентных столбцов и строк, включая строки, содержащие пропущенные значения;

– осуществление процесса обучения нейросети на основе компетентных данных;

– применение ИНС и получение таблицы восстановленных данных.

Результат обработки данных табл. 1 представлен в табл. 2.

Генерация данных телеметрии сложных технических систем на примере КА

Эмуляция (генерация) тестовых данных телеметрии является главным источником нужных сведений о свойствах процессов, протекающих в СТС, в том числе космических аппаратов и других летательных аппаратов. Обработка данных телеметрии ориентирована на выявление различных аномалий (отклонений) в работе подсистем аппаратуры.

Итоги обработки подчеркивают допустимость оценки качественных свойств исследуемого аппарата с целью принятия стремительных и верных заключений с целью приспособления к поменявшимся ситуациям. Тестирование требуемой информации дает возможность осуществить обнаружение закономерностей в свойствах исследуемых сложных технических объектов и процессов, которые помогают разрешить задачу сокращения расходов и увеличения качества тестирования.

Таблица 2

Восстановленные данные телеметрии КА

В (напряжение тока бортсети)	А (сила тока бортсети)	В (напряжение солнечной батареи)	Время, с
14,60	0,170	0,20	0
17,90	0,1628	14,74	60
14,20	0,1755	0,20	120
14,50	0,160	3,853	180
14,40	0,190	0,20	240
14,50	0,1722	0,19	300
14,30	0,180	0,19	360
14,20	0,170	0,19	420
14,40	0,1691	0,20	480
14,60	0,10	0,20	540
14,20	0,18	0,29	600
14,30	0,17	0,19	660
14,20	0,16	0,17	720
14,20	0,1793	0,16	780
14,30	0,19	4,71	840
14,90	0,19	14,74	900
14,50	0,19	0,18	960
14,10	0,16	0,20	1020
14,20	0,16	0,17	1080
…	…	…	…

Таблица 3

Сгенерированные (эмулированные) данные телеметрии космического аппарата

В (напряжение тока бортсети)	А (сила тока бортсети)	В (напряжение солнечной батареи)	Время, с
13,82	0,26	15,84	0
13,84	0,86	3,09	60
13,80	0,26	0,19	120
13,90	0,5	0,19	180
13,76	0,26	0,19	240
13,77	0,26	0,19	300
13,80	0,26	15,84	360
13,90	0,26	12,79	420
13,84	0,34	12,79	480
13,80	0,53	5,65	540
13,76	0,34	3,09	600
13,90	0,26	15,84	660
13,90	0,53	12,79	720
13,90	0,26	11,49	780
13,90	0,26	0,19	840
13,90	0,86	15,84	900
…	…	…	…

На сегодняшний день весомым недостатком существующих методов генерации тестовых данных является ограниченный набор функций, предоставляемых для настройки и управления генерацией тестовых данных, что фактически отмечено в работе [11].

Научно-исследовательским институтом специального машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана предоставлены данные (основы базы знаний) телеметрии малого КА «Юбилейный», для построения генераторов в качестве исходной информации. Уникальны эти данные следующим: присутствие пропусков в данных; присутствие максимально разрешенных значений; небольшой интервал времени исследования [12].

Метод генерации (эмуляции) телеметрических данных реализован на языке программирования Delphi [13] и включает в себя следующие этапы:

– анализ входных данных на наличие пробелов и отказов;

– восстановление данных (для правильного построения корреляционных функций, лежащих в основе генерации данных);

– определение диапазона, в котором должны находиться генерируемые значения;

– эмуляция данных с использованием корреляционного подхода [14];

– формирование сгенерированных данных телеметрии в выходной файл (табл. 3).

Для того чтобы выявить совместные качества потока данных, закономерности, тенденцию становления процесса, необходимы следующие действия [15]:

– выстроить таблицу (базу) исходных данных телеметрии;

– восстановить пробелы (пропуски) в таблице данных способом линейной интерполяции;

– получить свойства степени связи между 2-мя и большим количеством датчиков (дает представление о связи между данными).

Практическое применение результатов генерации данных телеметрии космического аппарата

Ради того, чтобы произвести байесовскую оценку аномальности потока данных, необходимо использовать результаты метода генерации данных с космического аппарата. В задачах прогнозирования применение байесовского способа подразумевает расчет степени аномалии текущего состояния прибора с применением метода генерации данных. Генерация телеметрической информации применяется для эмуляции исходных сведений и контроля состояния систем прогнозирования сбоев датчиков космических аппаратов, в том числе и сложных технических систем. Прогноз состояния систем космических аппаратов на основе байесовского способа с применением метода эмуляции данных может быть решен при условии, что установлено векторное распределение выходных данных, генерирующих непредвиденные значения $c(d)$.

Для текущего этапа времени Δd возможность перехода в аномальное положение рассчитывается за счет функции распределения в черте аномальной области c^*. Набор относительных распределений случайного вектора и текущее положение системы

учитываются с целью повышения точности прогноза.

Чем ниже значение Δd для каждого критического значения вероятности p^*, при котором достигается требование вероятности $P(c(d + \Delta d) > c^*) > p^*$, тем более протекающее положение опасно. Как следствие, при формировании байесовского подхода любое положение СТС устанавливается в соответствии с ожидаемым пределом и степенью угрозы, в процессе которого $c(d)$ превышает пороговое значение x^*. Таким образом, степени угрозы ранжируются по значению Δd – чем меньше значение Δd, тем выше степень угрозы.

Заключение

Предлагается подход и программная реализация восстановления пропущенных и поврежденных данных сложных технических систем, на примере космического аппарата, на основе искусственной нейронной сети. Создан генератор, эмулирующий работу датчиков подсистем космического аппарата. Разработанные подходы предполагают возможность регулировки операции восстановления и генерации требуемых тестовых данных под конкретные особенности тестируемой подсистемы космического аппарата. Полученные результаты дают возможность настройки процесса и анализировать всевозможные последовательности, имеющие как пробелы, так и помехи; фиксировать и предсказывать сбои или отказы в работе подсистем КА. Предложенный в работе подход также может служить основой для построения других алгоритмов оценки аномальности потоков данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 17-29-07003-офи_м, 18-37-00037-мол_а и 18-07-00014-а.

Список литературы

1. Абрамов Н.С., Ардентов А.А., Емельянова Ю.Г., Талалаев А.А., Фраленко В.П., Шишкин О.Г. Архитектура системы мониторинга и прогнозирования состояния космического аппарата // Программные системы: теория и приложения. 2015. № 2. С. 85–99.

2. Косинский М.Ю., Шатский М.А. Разработка моделей и методики для анализа и прогнозирования надёжности бортовых систем управления космических аппаратов на основе теории нечётких множеств и искусственных нейронных сетей // Электронный журнал «Труды МАИ». 2014. № 74. С. 1–24.

3. Алешин И.Ю., Сычева А.В, Агишева Д.К., Матвеева Т.А. Интерполяция неизвестных функций кубическими сплайнами // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5–2. С. 188–189.

4. Шкарпеткина Ю.Г. Исследование и разработка метода заполнения пропусков в взвешенных обучающих выборках данных. Реферат по теме выпускной работы. 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://masters.donntu.org/2012/iii/shkarpetkina/diss/ (дата обращения: 18.04.2019).

5. Neural Network Software, About NeuroSolutions. Нейро-Практикум. [Электронный ресурс]. URL: http:// www.neuroproject.ru/aboutproduct.php (дата обращения: 18.04.2019).

6. Абрамов Н.С., Заднепровский В.Ф., Талалаев А.А., Фраленко В.П. Применение искусственных нейронных сетей в задачах контроля и диагностики подсистем космических аппаратов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://www.science-education.ru/pdf/2014/3/296.pdf (дата обращения: 18.04.2019).

7. Сташкова О.В., Шестопал О.В. Использование искусственных нейронных сетей для восстановления пропусков в массиве исходных данных // Известия высших учебных заведений. 2017. С. 1–6.

8. Кацуба Ю.Н., Власова И.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования изделий // Международный научно-исследовательский журнал ISSN. 2015. № 3. С. 68–70.

9. Коновалов В.Н., Корлякова М.О. Подход к разработке систем управления малыми космическими аппаратами в нейросетевом базисе // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://engjournal.ru/catalog/it/nav/1271.html (дата обращения: 18.04.2019).

10. Лисейцев А.Е., Фраленко В.П., Шишкин О.Г. Восстановление и сжатие информации, поступающей с космического аппарата. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2018. № 11. С. 7–13. DOI: 10.25791/pribor.11.2018.262.

11. Демаков А.В., Зеленов С.В., Зеленова С.А. Генерация тестовых данных сложной структуры с учетом контекстных ограничений. [Электронный ресурс]. URL: http://citforum.ru/SE/testing/complex_test/ (дата обращения: 18.04.2019).

12. Воронцов В.А., Федоров Е.А. Разработка прототипа интеллектуальной системы оперативного мониторинга и технического состояния основных бортовых систем космического аппарата // Труды МАИ. 2015. № 82. С. 1–25.

13. Белов В.В., Чистякова В.И. Программирование в Delphi: процедурное, объектно-ориентированное, визуальное: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стереотип. М., 2014. С. 240. [Электронный ресурс]. URL: http://info-eco.ucoz.ru/kniga/belov_v.v-chistjakova_v.i-programmirovanie_v_delph.pdf (дата обращения: 18.04.2019).

14. Амелькин С.А., Шишкин О.Г., Талалаев А.А. Генерация данных для задачи диагностирования систем космического аппарата // Программные системы: теория и приложения. 2017. № 2. С. 19–31. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.google.com/uc?export=download&id=0B-Qay3kEFxqfOVJuSjdrXzRxdkE (дата обращения: 18.04.2019).

15. Амелькин С.А., Шустова М.В. Байесовская оценка аномальности потока данных. Искусственный интеллект и принятие решений. 2016. № 2. С. 55–59. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.google.com/uc?export=download&id=0B-Qay3kEFxqfOVJuSjdrXzRxdkE (дата обращения: 18.04.2019).

УДК 004:378(075.8)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УЧЁТА И СИСТЕМАТИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЙ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ильина Е.А., Гладышева М.М., Дьяконов Н.А., Арефьева Д.Я.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: dar_nas@mail.ru, mar.ser.ksuh@gmail.com, diedrakon@yandex.ru, arefewa.daria@rambler.ru

Программное обеспечение для учёта и систематизации в учебной деятельности разработано для эффективной работы преподавателей и студентов. В ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» каждый студент, имеющий достижения в учебной, научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой или спортивной деятельности, имеет возможность назначаться на повышенную государственную академическую стипендию (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 декабря 2016 г. № 1663). Для этого на образовательном портале ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» заполняется портфолио студента по каждой из деятельностей, которое является связью между студентом и преподавателем. Для учёта и систематизации учебной деятельности разработан веб-модуль, интегрированный в образовательный портал. На протяжении всего обучения студент имеет возможность просматривать статистику, добавлять, оценивать и анализировать достижения в учебной деятельности для дальнейшей эффективной учебы, получения повышенной стипендии и успешной защиты выпускной квалификационной работы. Сокращение временных и трудозатрат, необходимых для сбора и систематизации достижений по учебной деятельности студентов, позволит сделать работу преподавателей более эффективной и продуктивной при взаимодействии со студентами.

Ключевые слова: учебная деятельность, системы электронного портфолио, портфолио, программное обеспечение, достижения

SOFTWARE FOR ACCOUNTING AND SYSTEMATIZATION OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS

Ilina E.A., Gladysheva M.M., Dyakonov N.A., Arefeva D.Ya.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: dar_nas@mail.ru, mar.ser.ksuh@gmail.com, diedrakon@yandex.ru, arefewa.daria@rambler.ru

Software for accounting and systematization in educational activities developed for the effective work of teachers and students. In Magnitogorsk State Technical University every student who has achievements in educational, research, public, cultural and creative or sports activities, has the opportunity to be appointed to an increased state academic scholarship (Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of December 27, 2016 No. 1663). To do this, the educational portal of the Magnitogorsk State Technical University is filled with a student portfolio for each of the activities, which is the link between the student and the teacher. For accounting and systematization of educational activities a web-module has been developed and integrated into the educational portal. Throughout the course of study, a student has the opportunity to view statistics, add, evaluate, and analyze achievements in educational activities for further effective study, obtaining increased state academic scholarship and successfully defending graduate qualifying work. Reducing the time and labor required to collect and systematize achievements in educational activities of students will make the work of teachers more efficient and productive in interaction with students.

Keywords: learning activities, electronic portfolio systems, portfolio, software, progress

В Российской Федерации студенты, обучающиеся по образовательным программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура), в том числе иностранные граждане (очная форма, бюджет), имеющие достижения в учебной, научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой или спортивной деятельности, предоставляют совокупность своих индивидуальных достижений в различных сферах деятельности, т.е. заполняют портфолио [1–3].

Развитие технологий и рост объема информации, с которым предстоит работать, приводит к автоматизации трудозатратных действий. Актуальной проблемой является сбор и систематизация документов для последующей проверки, оценки и анализа достижений студентов для последующего зачисления на повышенную стипендию.

Автоматизация данных критериев позволяет упростить этот процесс, уменьшив время и трудозатраты. Для того, чтобы позволить студентам следить за эффективностью своей работы на протяжения всего периода обучения, создано программное обеспечение для учета и систематизации достижений, которое состоит из нескольких модулей, отвечающих за разные виды деятельности. Таким образом, чтобы студенты и преподаватели могли вести учет, анализировать, систематизировать и добавлять ин-

формацию по учебной деятельности, принято решение создать веб-модуль на базе системы дистанционного обучения LMS Moodle, который отображает статистику по учебной деятельности: качество обучения по учебным дисциплинам; практики; научно-исследовательская работа; курсовые работы и проекты; кандидатские экзамены; абсолютная и качественная успеваемость; государственная итоговая аттестация; олимпиады и конкурсы; проектная деятельность; изучение массовых открытых онлайн-курсов; интернет-экзамен; овладение иностранными языками; овладение дополнительными компетенциями; стажировки, академическая мобильность [4, 5].

В настоящее время развитие личности в процессе образования набирает все большие обороты в нашей стране. Переход к рыночной экономике установил несколько иные приоритеты в нашем обществе. Развитие исследовательской деятельности во всех сферах жизни влияет и на потребность в активных, самостоятельно мыслящих специалистах, которые наряду с возможностью адаптироваться к возникающим условиям, могли бы изменять их с учетом новой ситуации профессиональной деятельности, умели бы адекватно оценивать произошедшие изменения, владели бы опытом самовосполнения исследовательской компетентности. Это ведёт к усложнению механизмов образования и, соответственно, деятельности людей, занятых в этой сфере. Начальная база исследования по формированию исследовательских компетенций обучающихся в процессе непрерывного профессионального образования изложена в трудах [6–8].

Цель исследования: разработка программного обеспечения для систематизации достижений в учебной деятельности и повышения эффективности образовательного процесса с сокращением временных затрат преподавателей и студентов. Предметом исследования является анализ эффективности работы студентов и преподавателей. Объектом исследования является система электронного портфолио и образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) анализ системы формирования электронного портфолио;

2) изучение принципов работы LMS Moodle для разработки электронного портфолио;

3) разработка модуля для анализа эффективности работы студентов;

4) внедрение модуля в процесс обучения и на образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» [9].

Материалы и методы исследования: анализ, синтез, сравнение, формирующий эксперимент.

Результаты исследования и их обсуждение

Результатом работы является веб-модуль, интегрированный в образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», позволяющий просматривать статистику обучающегося по учебной деятельности за весь период обучения, а также добавлять достижения в учебной деятельности, что позволит упростить процесс сбора и систематизацию достижений.

Требования при проектировании веб-модуля

При проектировании веб-модуля для учета и систематизации достижений в учебной деятельности учтены следующие требования:

1. Возможность просматривать статистику по учебной деятельности.
2. Добавление информации о достижении.
3. Изменение информации о достижении.
4. Удаление информации о достижении.
5. Подгрузка информации о достижениях на страницу.
6. Работа с файлами, подтверждающими действительность достижения.

В веб-модуле выделены клиентская и серверная части.

Разработка серверной части веб-модуля

Для разработки серверной части выбран язык php – скриптовый язык программирования общего назначения, который широко применяется для разработки веб-приложений и используется в среде LMS Moodle [10].

В серверной части при разработке веб-модуля использовано множество встроенных функций языка программирования PHP: mysql_gettable – выполняет табличный запрос к базе данных; mysqli_query – выполняет запрос к базе данных; echo – позволяет выводить строки на экран; isset – определяет, установлена ли переменная; json_encode – возвращает JSON закодированную строку (string) в случае успеха или FALSE в случае возникновения ошибки.

Для реализации серверной части использованы следующие технологии: PHP – скриптовый язык общего назначения, применяемый для разработки веб-приложений; MySQL – реляционная система управления базами данных; Smarty – компилирующий обработчик шаблонов для PHP, один из инструментов, позволяющих отделить прикладную логику и данные от представления в концепции Model-view-controller [11].

Разработка клиентской части веб-модуля

В клиентской части при разработке веб-модуля использовано несколько встроенных функций языка программирования JavaScript.

Для взаимодействия JavaScript и HTML использовалась библиотека jQuery, которая помогает получать доступ к любому элементу DOM (DOM – это независящий от платформы и языка программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получить доступ к содержимому HTML-, XHTML- и XML-документов, а также изменять содержимое, структуру и оформление таких документов), обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими. Эта библиотека позволяет взаимодействовать клиентской и серверной частям посредством ajax-запросов.

В качестве среды разработки использован LMS Moodle, который ориентирован на взаимодействие преподавателя и студента. Выбор среды разработки обусловлен тем, что на его основе разработан образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», а также является средой дистанционного обучения с открытым исходным кодом.

Для реализации клиентской части использованы следующие технологии: HTML – язык разметки веб-страниц; CSS – язык описания стилей элементов HTML-страниц; Bootstrap – свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений, который включает в себя HTML- и CSS-шаблоны оформления страниц; JavaScript – язык сценариев HTML-страниц; AJAX – набор техник для построения интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером; jQuery – библиотека JavaScript для упрощения работы с HTML элементами на стороне клиента.

Структура работы веб-модуля

В веб-модуле реализовано пять модулей:

1) модуль подгрузки данных на страницу;

2) модуль открытия формы добавления или изменения информации о достижении;

3) модуль добавления или изменения информации о достижении;

4) модуль удаления информации о достижении;

5) модуль работы с файлами, подтверждающими действительность достижения.

Модуль подгрузки данных на страницу. При загрузке страницы, а также при добавлении, изменении или удалении достижений происходит ajax-запрос на сервер, где запрашиваются данные о достижениях из таблиц в базе данных. Сервер возвращает сформированные данные, которые отображаются в таблице на странице веб-модуля. Данный модуль позволяет обновлять информацию без полной перезагрузки страницы.

Модуль открытия формы добавления или изменения информации о достижении. После нажатия кнопки «Добавить» или «Изменить» передается значение, которое определяет добавление или изменение информации. При нажатии на кнопку «Добавить» откроется форма с пустыми полями. При нажатии на кнопку «Изменить» выполнится проверка на выбранное достижение. После выбора вида достижения открывается форма и происходит ajax-запрос на сервер, где запрашиваются данные о достижении из таблицы в базе данных. Сервер возвращает данные, которые будут отображены в полях на открытой форме. В случае успеха в модуль добавления или изменения информации о достижении передаются данные с формы и переданное значение при нажатии на определенную кнопку.

Модуль добавления или изменения информации о достижении. После нажатия на кнопку «Сохранить» на форме произойдет проверка данных с полей на форме на пустоту, если какое-то из полей не заполнено на странице, отобразится уведомление и работа модуля прекратится. В случае успеха произойдет ajax-запрос на сервер, где, в зависимости от переданного значения, произойдет добавление или изменение информации в таблице в базе данных. Сервер возвращает ответ об успешном добавлении или изменении. При положительном ответе вызывается модуль подгрузки данных на страницу. Иначе на странице отображается сообщение об ошибке.

Модуль удаления информации о достижении. После нажатия на кнопку «Удалить» произойдет проверка на выбранные достижения. Если достижение выбрано, система попросит подтвердить удаление, иначе на странице отобразится уведомление о том, что необходимо выбрать достижение. При подтверждении удаления произойдет ajax-запрос на сервер, где произойдет удаление достижения из таблицы в базе данных. Сервер возвращает ответ об успешности удаления. При положительном ответе вызывается модуль подгрузки данных на страницу. Иначе на странице отображается сообщение об ошибке.

Модуль работы с файлами, подтверждающими действительность достижения. Данная функция включает в себя загрузку, хранение, изменение и удаление файлов, принадлежащих пользователю.

Структура веб-модуля представлена на рис. 1.

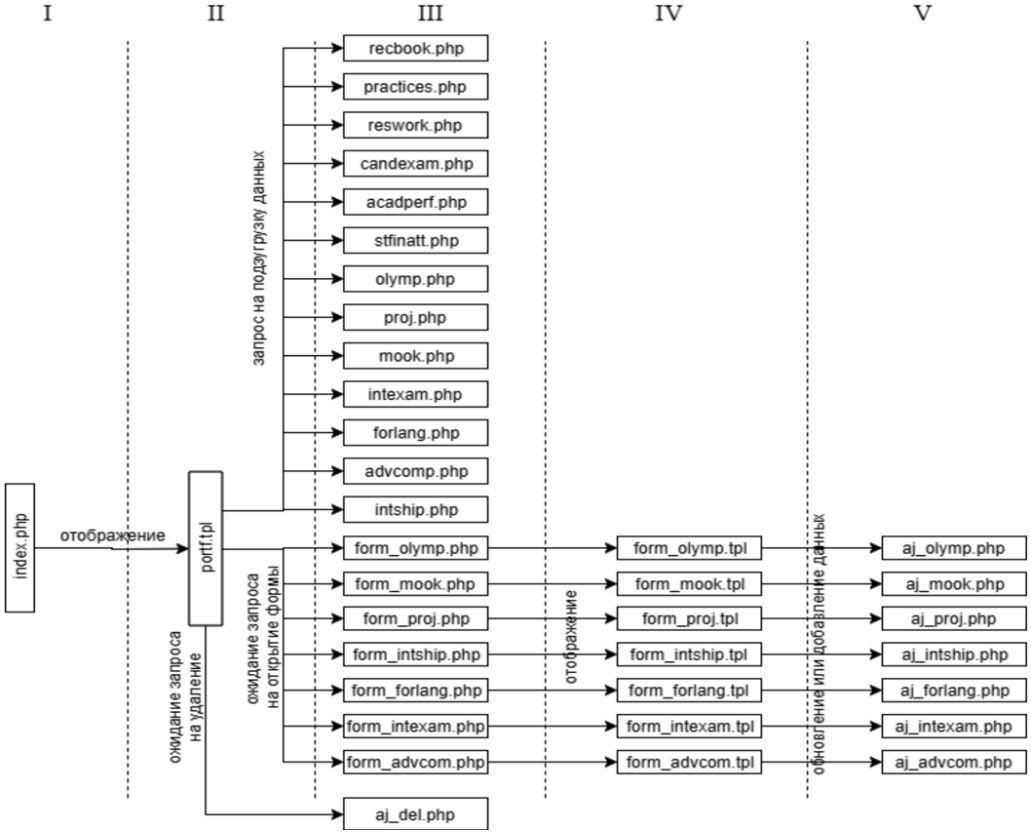


Рис. 1. Структура работы веб-модуля

Работа веб-модуля делится на пять этапов:

I. На этом этапе в файле index.php происходит проверка прав доступа пользователя на просмотр содержимого веб-модуля, а также вызывается функция отображения шаблона portf_input.tpl.

II. Происходит отображение шаблона portf_input.tpl.

III. После отображения происходит подгрузка данных в модуль из базы данных, система ожидает дальнейших действий пользователя, в ходе которых возможно добавить, изменить или удалить информацию для некоторых таблиц.

IV. На этом этапе происходит отображение форм, которые вызваны нажатием на кнопку «Изменить» или «Добавить», пользователь заполняет форму и нажимает кнопку «Сохранить».

V. После нажатия на кнопку «Сохранить» происходит обновление или добавление информации в базу данных, а также обновление данных в таблице на отображаемой странице.

Файл index.php – отвечает за проверку прав доступа пользователя на просмотр содержимого веб-модуля, а также за отображение шаблона portf.tpl. Файл portf.tpl – основная страница модуля, в котором реализован интерфейс модуля и функции ajax запросов. Файлы recbook.php, candexam.php, acadperf.php, stfinatt.php, olymp.php, proj.php, mook.php, intexam.php, forlang.php, advcomp.php, intship.php – шаблоны необходимые для подгрузки данных в таблицы на основную страницу. Файл aj_del – отвечает за удаление достижений из таблиц в базе данных. Файлы form_olymp.php, form_mook.php, form_proj.php, form_intship.php, form_forlang.php, form_intexam.php, form_advcom.php – отвечают за отображение шаблонов форм form_olymp.tpl, form_mook.tpl, form_proj.tpl, form_intship.tpl, form_forlang.tpl, form_intexam.tpl, form_advcom.tpl соответственно, а также за передачу данных из основной страницы в формы с помощью запросов. Файлы, представленные на четвертом этапе – шаблоны форм, содержащие поля необходимые для заполнения достижений обучающегося. С помощью запросов данные передаются в файлы представленные на пятом этапе, отвечающие за добавление или изменение достижений в таблицах в базе данных.

Основной интерфейс веб-модуля представлен на рис. 2.

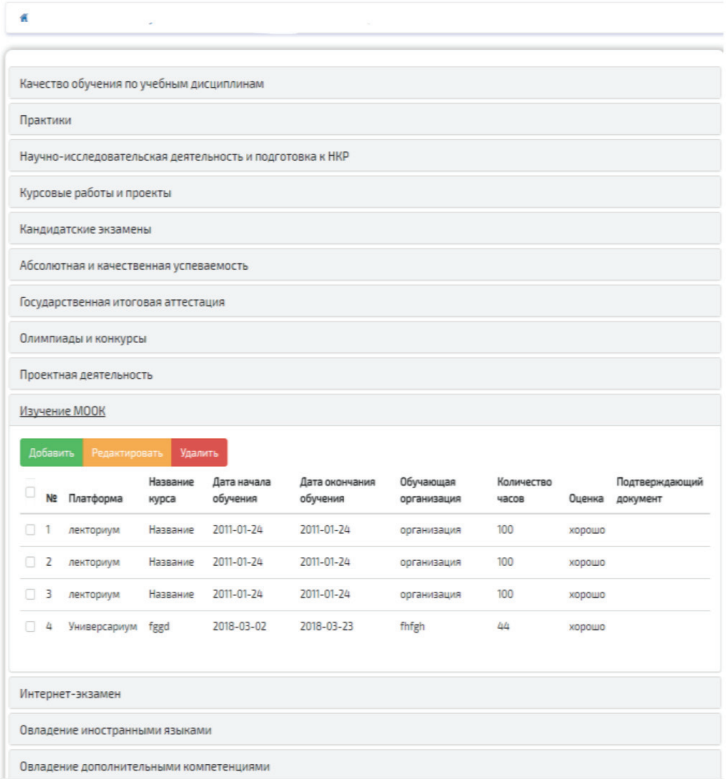


Рис. 2. Основной интерфейс веб-модуля

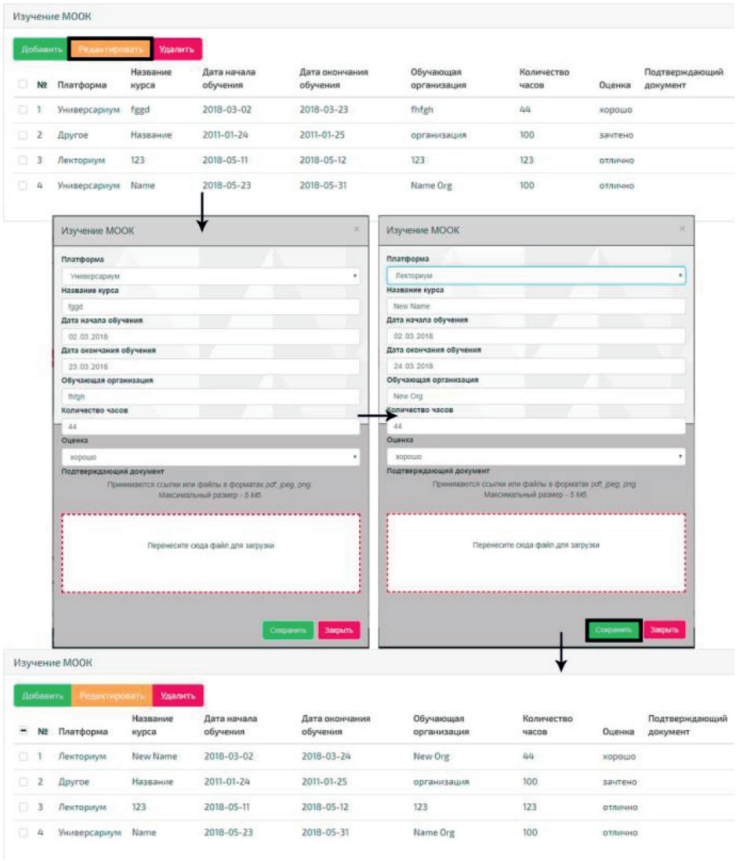


Рис. 3. Редактирование достижений

Для изменения достижения необходимо выбрать достижение и нажать на кнопку «редактировать», появится форма для редактирования полей, после изменения полей и нажатия на кнопку «Сохранить» достижение изменится в таблице в базе данных, а содержимое таблицы обновится. Редактирование достижения в таблице «Изучение МООК» изображено на рис. 3.

Выводы

В результате спроектирован веб-модуль для учёта и систематизации достижений в учебной деятельности, реализованный на базе обучающей среды LMS Moodle. В программном модуле выделены две важные части: клиентская часть и серверная часть.

При проектировании к веб-модулю предъявлялись следующие требования: возможность просматривать статистику по учебной деятельности; добавление информации о достижении; изменение информации о достижении; удаление информации о достижении; подгрузка информации о достижениях на страницу; работа с файлами, подтверждающие действительность достижения. Описана схема работы веб-модуля в целом и его отдельных функций, а также представлены блок-схемы, демонстрирующие работу алгоритмов.

Список литературы

1. Шерстяных А.С. Электронное портфолио как обязательный компонент электронной информационно-образовательной среды вуза // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2017. № 3 (14). С. 63–68.

2. Царапкина Ю.М., Давыдова Б.Д. Электронное портфолио в системе образования: традиции и инновации // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 59–4. С. 330–334.

3. Кузнецов И.Р. Электронные портфолио как инструмент обучения // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2017. Т. 1. С. 166–167.

4. Ильина Е.А., Егорова Л.Г., Дьяконов А.В. Технология тестирования знаний студентов с использованием системы Moodle // МиПОС. 2011. № 1–3. С. 152–153.

5. Молчанова А.В., Ильина Е.А. Структура системы принятия решений в рамках программного комплекса «Совершенствование стипендиального обеспечения студентов» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2016. № 1. С. 75–76.

6. Гладышева М.М., Ильина Е.А., Польщиков А.В., Колосок С.С., Пыхова Е.А. Формирование исследовательских компетенций обучающихся в процессе непрерывного профессионального образования: отчет о НИР № П2565 от 25.11.2009 (ФАО).

7. Зимняя И.А. Учебная деятельность как специфический вид деятельности // Теория инновационной деятельности. 2014. № 1. С. 3–14.

8. Ивлева Т.Н. Электронный портфолио как инструмент формирования управленческих качеств студентов // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 5. С. 142–144.

9. Образовательный портал МГТУ им. Г.И. Носова [Электронный ресурс]. URL: http://newlms.magtu.ru/report/increased_grant (дата обращения: 12.03.2019).

10. LMS Moodle [Электронный ресурс]. URL: https://moodle.org (Дата обращения 12.06.2018).

11. Smarty Documentation [Электронный ресурс]. URL: https://www.smarty.net/documentation/ (дата обращения: 12.03.2019).

УДК 622.233

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УДАРНОЙ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УДАРНОГО УСТРОЙСТВА

Лазуткин С.Л., Лазуткина Н.А.

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Муром, e-mail: lslmurom62@yandex.ru

Конструкции современных машин ударного действия и их технологические процессы отличаются высокой степенью автоматизации и выраженной тенденцией к энергосбережению. Производительность ударного устройства и его удельная энергоёмкость являются важнейшими показателями эффективности его конструкции. В процессе взаимодействия инструмента ударного устройства с обрабатываемым материалом передача энергии происходит, как правило, через один или несколько промежуточных элементов. При этом часть энергии теряется в процессе передачи. В статье приведено решение инженерной задачи интенсификации машины ударного действия путем определения рациональных параметров энергонесущих исполнительных элементов ударной системы для прогрессивной конструкции адаптивного ударного устройства, защищенного патентом. Для этого был сконструирован экспериментальный стенд для изучения влияния геометрических соотношений энергонесущих исполнительных элементов на форму ударного импульса. Приведены результаты экспериментальных исследований, полученных с применением электроннолучевого осциллографа по которым были установлены рациональные конструктивные взаимосвязи энергонесущих элементов ударной системы по критерию интесификации передачи энергии удара в точку нагружения материала. Была определена расчетная зависимость позволяющая определить величины контактного усилия Рк в любой момент времени прохождения импульса. Результаты экспериментов были положены в основу создания опытного образца гидравлического ударного устройства.

Ключевые слова: адаптивное гидравлическое ударное устройство, боёк, инструмент, ударный импульс, волна деформации

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS ACTUATORS ADAPTIVE SHOCK SYSTEM SHOCK DEVICE

Lazutkin S.L., Lazutkina N.A.

The Murom Institute (branch) of the Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Murom, e-mail: lslmurom62@yandex.ru

The designs of modern percussion machines and their technological processes are distinguished by a high degree of automation and a pronounced tendency towards energy saving. The performance of the impact device and its specific energy intensity are the most important indicators of the effectiveness of its design. In the process of interaction of the impact device tool with the material being processed, energy transfer occurs, as a rule, through one or several intermediate elements. In this part of the energy is lost in the process of transmission. The article presents the solution of the engineering problem of intensifying the percussion machine by determining the rational parameters of the energy-carrying actuating elements of the percussion system for the progressive design of an adaptive percussion device protected by a patent. For this purpose, an experimental stand was designed to study the effect of the geometric ratios of energy-carrying actuators on the shape of the shock pulse. The results of experimental studies obtained using an electron-beam oscilloscope for which rational constructive relationships were established between the energy-carrying elements of the shock system according to the criterion of the transfer of the impact energy to the material loading point are presented. The calculated dependence was determined to determine the magnitude of the contact force Rk at any time moment of the pulse. The results of the experiments were used as the basis for creating a prototype of a hydraulic percussion device.

Keywords: adaptive impact hydraulic system, rammer, tool, mechanical impact impulse; waive of deformation

Создание структуры материала с заданными свойствами [1–3] возможно путем формирования целенаправленного потока энергии при взаимодействии машины импульсного действия с обрабатываемой средой [4–7]. Очевидно, что решение задачи формирования и управления энергетическими потоками невозможно без комплексного исследования системы «машина – обрабатываемый материал», в которой ключевую роль играет машина, способная влиять на характер передачи энергии, способствующий переходу структуры материала в новое устойчивое состояние. Следовательно, создание конструкции адаптивного ударного устройства и исследование влияния энергонесущих элементов на параметры процесса взаимодействия с обрабатываемым материалом можно расценивать как актуальную задачу.

Цель исследования: разработка принципиальной схемы и определение наиболее рациональных геометрических соотношений элементов ударного устройства, передающих энергетический импульс в материал для получения в нём повышенного общего фона внутренних напряжений.

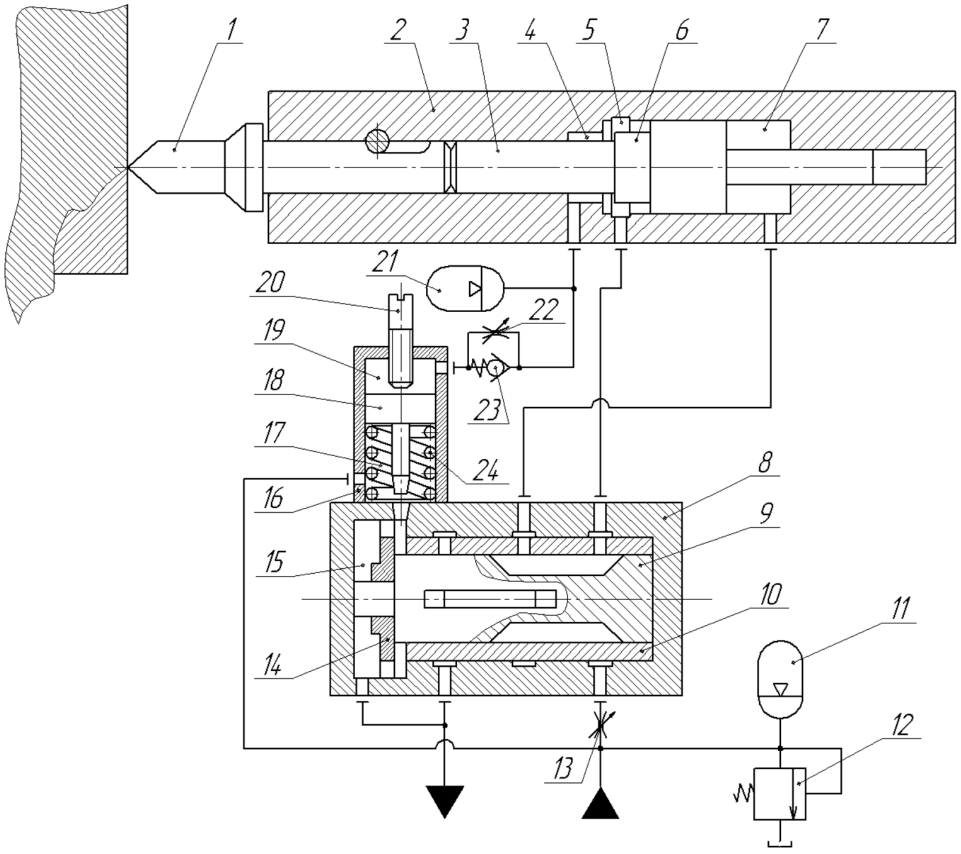


Рис. 1. Принципиальная схема адаптивного ударного устройства: 1 – инструмент, 2 – корпус, 3 – боек, 4 – камера гидротормоза, 5 – взводящая камера, 6 – тормозная шейка бойка, 7 – разгонная камера, 8 – корпус распределителя, 9 – золотник распределителя, 10 – гильза, 11 – гидропневмоаккумулятор, 12 – клапан, 13 – дроссель, 14 – турбина, 15 – турбинная камера, 16 – регулировочный блок, 17 – дроссельная полость, 18 – поршень с дроссельной иглой, 19 – поршневая полость, 20 – регулятор, 21 – гидропневмоаккумулятор, 22 – жиклер, 23 – обратный клапан, 24 – упругий элемент

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной инженерной задачи была разработана принципиальная схема адаптивного ударного устройства (АГУУ) [8–10], представленная на рис. 1.

При взводе бойка по трубопроводу высокого давления гидравлическое масло попадает в ударное устройство. Одновременно осуществляется накопление энергии в гидропневмоаккумуляторе. Также заполняется турбинная камера с золотником, на которую через блок регулировки подается дозированное количество рабочей жидкости.

Если торец бойка находится во взводящей камере, и при сообщении пазов золотника *9* камеры рабочего хода *5* с трубопроводом низкого давления, то происходит движение бойка вправо и осуществляется его взвод. При положении бойка, когда его торец находится в полости камеры гидротормоза и перекрывает доступ гидравлическому маслу из взводящей полости на торцовую площадку, то боёк взводиться не будет. В этом положении система может оставаться до тех пор, пока корпус ударного устройства не изменит своего положения относительно бойка, например, статическим усилием манипулятора базовой машины. При выходе торца бойка из полости камеры *4* в камеру *5* начинается движение бойка в фазе взвода до тех пор, пока разгонная камера будет сообщаться с трубопроводом низкого давления через соответствующие пазы гидрозолотника. В этот период времени происходит вытеснение жидкости из разгонной камеры в трубопровод низкого давления и накапливается энергия в гидропневмоаккумуляторе. После поворота вращающегося гидрозолотника на конструктивно заданный угол, другой паз на его поверхности соединяет разгонную камеру с трубопроводом высокого давления

и обе камеры одновременно соединяются с трубопроводом высокого давления [10]. Давление в них выравнивается. Однако ввиду различия площадей поперечного сечения и, соответственно, сил, боек начинает ускоренно двигаться в сторону инструмента и наносит удар по инструменту. Процесс сопровождается перетеканием гидравлического масла из взводящей в разгонную камеру, а гидропневмоаккумулятор разряжаясь, отдает накопленную при фазе взвода энергию в систему [10]. Для предохранения конструкции от повреждений предусмотрен гидротормоз, в котором гасится кинетическая энергия подвижных элементов.

В реальных условиях работы ударного устройства могут иметь место следующие виды взаимодействия энергонесущих элементов и обрабатываемого материала:

1. 100 % энергии удара передается в забой при фиксированной величине хода бойка вместе с инструментом. При этом гидротормоз не задействован.

2. При большой силе сопротивления внедрению инструмента энергии удара недостаточно для расчётного внедрения инструмента и боек занимает промежуточное положение.

3. Если энергия удара значительно больше. чем сопротивление внедрению инструмента, то боек с инструментом останавливаются гидротормозом. Назовём этот эффект «прострелом» бойка.

Вышеописанная конструкция даёт возможность автоматически изменять (адаптировать) частоту и энергию удара ударного устройства в соответствии с прочностными характеристиками обрабатываемого материала. Технологическое воздействие на материал сопровождается процессом передачи энергии, которая частично поглощается, частично рассеивается, отражается и т.д. При этом ключевым моментом является количество и локализация передаваемой инструментом энергии, с учетом временного фактора [12].

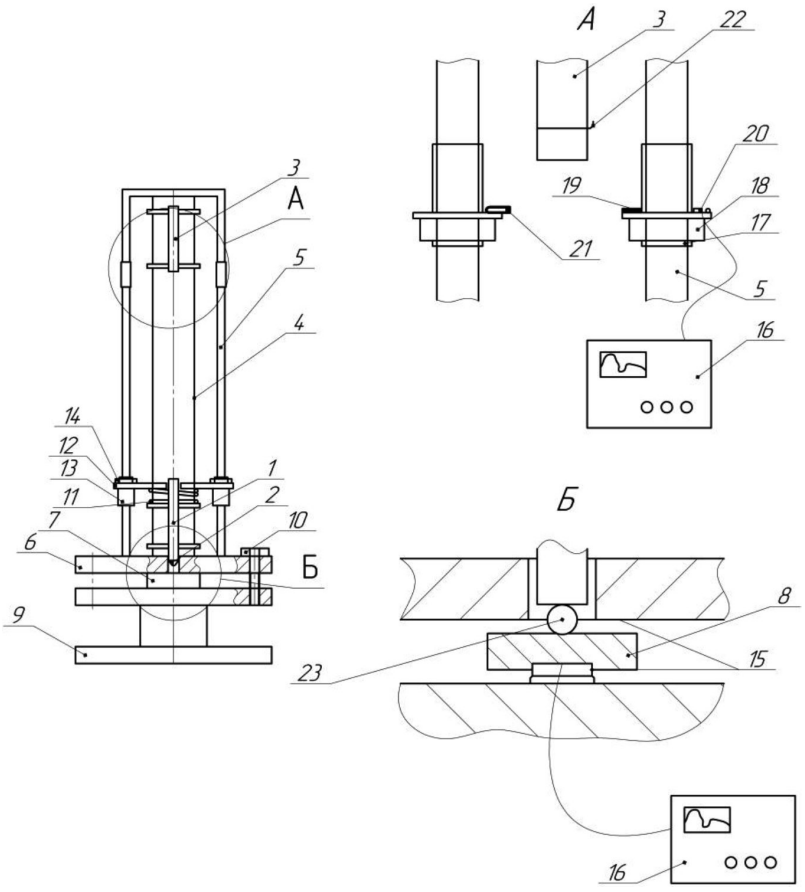


Рис. 2. Принципиальная схема испытательного стенда: 1 – инструмент; 2 – индентор; 3 – боёк; 4 – направляющие; 5 – рама; 6 – верхняя плита; 7 – образец; 8 – датчик; 9 – основание; 10 – болты; 11 – пружина; 12 – упор; 13 – втулки; 14 – гайки; 15 – прорезиненные прокладки; 16 – запоминающий осциллограф; 17 – микрометрический винт; 18 – гайка; 19 – фотодиод; 20 – электронный блок; 21 – лампа с линзой; 22 – флажок

Энергонесущие элементы ударной системы, состоящей из бойка и инструмента, играющего роль волновода, при определённых условиях позволяют значительно увеличить долю энергии, передаваемой в обрабатываемый материал, что повышает эффективность действия инструмента и КПД процесса. Также известно, что на эффективность импульсной передачи энергии большое влияние оказывает форма импульса, в которой различают головную и хвостовую части. Формирование головной части импульса осуществляется первичной волной сжатия, которая генерируется при ударе бойком по инструменту. Хвостовая часть формируется отраженными волнами деформации. Обычно внедрение инструмента происходит за время прохождения головного импульса, в котором реализуется большая часть энергии. Энергия хвостовой части при этом практически не используется. Анализ литературных источников показал, что энергия хвостовой части может составлять до 15–20 % всей энергии ударного импульса [11]. Энергия ударного импульса может быть максимально полностью израсходована на совершение полезной работы в том случае, если хвостовая часть будет накладываться на головную, создавая условия для формирования пролонгированного силового воздействия. Характер волновых процессов при передаче энергии через энергонесущие элементы определяется геометрией этих элементов. Решение задачи интенсификации ударного устройства возможно, если определить рациональные конструктивные соотношения параметров основных энергонесущих элементов – инструмента и бойка [11, 12]. Для этого был изготовлен экспериментальный стенд, схема которого приведена на рис. 2.

В основу исследований была положена известная методика изучения процесса передачи ударного импульса [11]. В качестве обрабатываемого материала была выбрана пластина из стали 110Г13Л. Энергия единичного удара в эксперименте не менялась. Эффект рекуперативного действия ударного импульса оценивался по величине отпечатка на стальной пластине. В процессе экспериментов особое внимание было уделено форме ударного импульса. Волна напряжений воспринималась пъезодатчиком. В качестве фиксирующего и запоминающего устройства применялся электроннолучевой осциллограф. С8-14.

Предварительная тарировка осциллографа осуществлялась на этом же стенде, методом прямого соударения бойка по стальной пластине с фиксированным значением кинетической энергии соударения. Затем испытаниям подвергались бойки и инструменты в различных сочетаниях по длине. Диапазон размеров определялся из условий общей компоновки будущей конструкции гидравлического ударного устройства.

Результаты исследования и их обсуждение

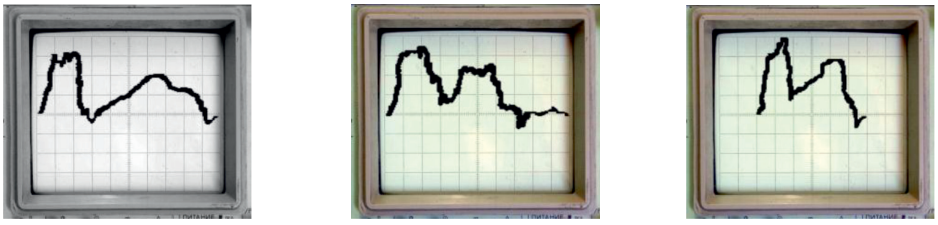
На рис. 3 представлены фотографии форм ударного импульса, зарегистрированных электроннолучевым осциллографом, при различных соотношениях бойка L_1 и инструмента L_2.

Из рис. 3 видно, что наибольшая амплитуда импульса достигается при $L_1/L_2 = 3$.

Амплитуда отраженного фронта волны деформации тоже заметно выше. В результате изучения и систематизации полученных экспериментальных данных и на основание известных методик [11] исследования импульсной передачи энергии в ударных системах была получена формула для расчёта величины контактного усилия $P_к$ в любой момент времени:

$$P_{кi}(t) = \sum_{i=1}^{n} P_{кji} - \sum_{i=m}^{n} P_{кj(i-m)}, \qquad (1)$$

где t – время; i – номер импульса, формируемого волной деформации в инструменте;
m – количество импульсов, формирующих максимальную амплитуду силы деформирования;
$n = \dfrac{T}{T_в}$, число импульсов, действующих на забой за время T, включая головной, за время действия волны деформации;
$T_в$ – время внедрения инструмента в материал.

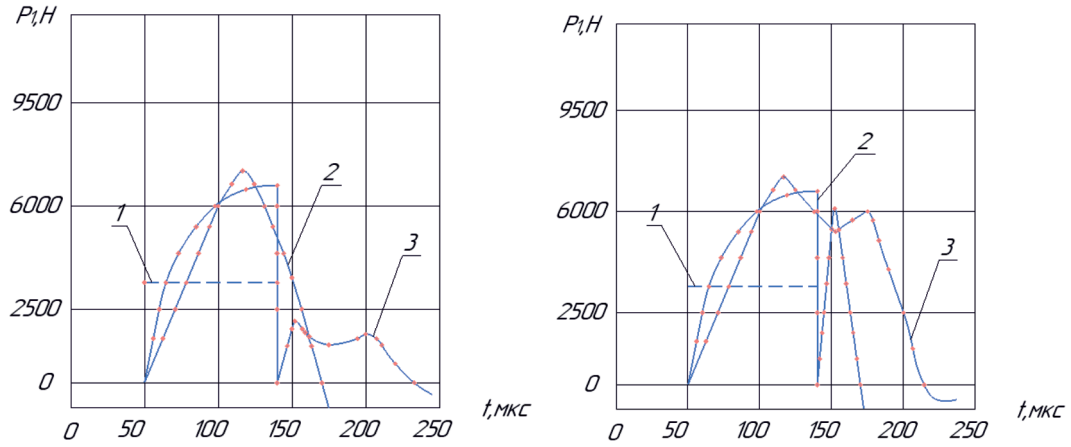


а – при $L_1/L_2 = 1$ *б – при $L_1/L_2 = 2$* *в – при $L_1/L_2 = 3$*

Рис. 3. Зависимость формы ударного импульса от соотношения длин бойка и инструмента

Таблица 1

Соотношение длины бойка и инструмента	$L_1/L_2 = 1$	$L_1/L_2 = 2$	$L_1/L_2 = 3$
Величина максимального контактного усилия в головной части импульса $P_к$	6700	6870	7200



$L_1/L_2 = 1$ $L_1/L_2 = 3$

Рис. 4. Форма ударного импульса: 1 – расчётная в волноводе; 2, 3 – соответственно расчётная и экспериментальная в точке концентрированного приложения нагрузки

Расчёты по формуле (1) показали, что при $L_1/L_2 > 2$ в интервале времени от 0 до $t/2$ значение $P_к$ значительно больше, чем при любом другом соотношении L_1 и L_2. Причём увеличение $P_к$ не сопровождается изменением площади фигуры, ограниченной функцией $P_k(t)$ и осью абсцисс, которая определяет количество энергии, переданной материалу забоя. Количество переданной в точку контакта энергии максимально именно при формировании прямоугольного импульса. Тогда верно утверждение, что выбор $L_1/L_2 > 2$ способствует увеличению доли энергии, сообщаемой в материал и увеличению коэффициента полезного действия процесса нагружения. Согласно [11], КПД будет стремиться к максимуму при $L_1/L_2 \to \infty$. Однако конструктивно сложно выдержать большие значения соотношения L_1 и L_2. При выборе параметров ударной системы необходимо учитывать, что уже при $m > 5$, т.е. $L_1/L_2 > 5$ $P_{кj5}$, достаточно малая величина, не влияющая на общий фон напряжений, и ей можно пренебречь. Поэтому рекомендуется выбирать соотношение длин бойка и инструмента из диапазона $2 < L_1/L_2 < 5$.

На рис. 4 представлены графики импульсов, полученные экспериментально и рассчитанные по данной формуле (1).

Форма импульсов, полученных экспериментально при различных соотношениях L_1 и L_2, достаточно хорошо совпадает с формой импульсов, построенных графоаналитическим методом. Также сравнение экспериментальных осциллограмм с результатами расчетов по формуле (3) показало расхождение амплитуды в головной части импульса не более 18%, а хвостовой не более 10%. Результаты эксперимента были реализованы при создании опытного образца адаптивного гидравлического устройства ударного действия. На рис. 5 изображён общий вид установки, смонтированной на испытательном стенде.

Рис. 5. Общий вид экспериментальной установки адаптивного гидравлического ударного устройства (АГУУ)

Таблица 2

Сравнительные данные гидроударников, разработанных в России и за рубежом

Страна, модель	АГУУ	Россия, И60	Япония, Ub-2	США, G-500	Франция, BPH125	Германия, HM401	Финляндия, Roxon200
Наименование параметров	1	2	3	4	5	6	7
Энергия ударов, Дж	До 500	600	450	700	750	700	470
Частота ударов, мин$^{-1}$	До 3000	1200	800	800	1000	550	1300
Номинальное давление, МПа	16	14	18	18	8	15	12
Длина гидромолота, мм	1450	1300	1058	1040	–	–	945
Масса гидромолота, кг	132	260	120	240	254	450	320
Масса базовой машины, т	–	2–6	–	5	2–8	–	4–10
Длина инструмента, мм	–	–	–	–	950	–	730
Вылет инструмента, мм	–		–	–	–	–	400
Диаметр инструмента, мм	50	405	55	70	70	–	72
Масса инструмента, кг	18	66	–	21	27	–	22
Ударная мощность, кВт	25	12	4,7	13,3	12,5	6,42	18
Потребляемая мощность, кВт	41	21	6	36	13,3	17,5	17
Металлоемкость, кг/Дж	0,264	0,43	0,27	0,24	0,33	0,57	0,68
Плотность энергии, Дж/мм^2	0,255	0,175	0,19	0,221	0,195	–	0,116
КПД	0,61	0,57	0,78	0,37	0,8	0,37	0,6

Основными характеристиками гидроударных устройств являются энергия единичного удара, мощность, КПД, металлоемкость и плотность энергии в сечении инструмента. Причём чем выше энергия ударов, тем больше размеры и масса гидроударника. Одним из показателей экономичности конструкции ударных устройств является металлоемкость. Гидроударник должен быть небольшой массы и габаритных размеров. Плотность энергии в сечении инструмента для большей части гидроударников составляет 0,13–0,36 Дж/мм^3. При проектировании гидроударников обычно ориентируются на нижнюю границу. Ударная мощность (произведение энергии ударов на частоту) и КПД гидроударных устройств определяют эффективность их использования. Наиболее распространенные модели гидроударников имеют КПД 0,56–0,65. При испытаниях опытного образца АГУУ были определены некоторые показатели конструкции. В табл. 2 указаны сравнительные данные различных конструкций гидроударников.

Заключение

Результаты теоретических и экспериментальных исследований свидетельствуют о целесообразности определения длин инструмента и бойка ударного устройства в соотношении $2 < L_1/L_2 < 5$ с равными площадями поперечного сечения. Максимальные размеры будут ограничиваться компоновочными решениями и условиями жесткости конкретной конструкции ударного устройства. Таким образом, предлагаемая схема конструкции ударного устройства позволит расширить возможности технологического применения, а установленное соотношение конструктивных параметров исполнительных элементов ударной системы позволит более полно использовать подводимую мощность и приведёт к повышению коэффициента полезного действия системы «приводной двигатель – гидравлический насос – ударное устройство».

Список литературы

1. Протасов Ю.И. Теоретические основы механического разрушения горных пород. М.: Недра, 1985. 242 с.

2. Кичигин А.Ф., Егер Д.А., Ивченко А.Г. Глобальная энергия в энергосбережении добычи и обработки материалов. Киев: Кондор, 2006. 401 с.

3. Клевцов Г.В., Валиев Р.З., Клевцова Н.А., Кашапов М.Р., Фесенюк М.В., Ганеев А.В., Рааб А.Г. Прочность и механизмы ударного разрушения наноструктурированных материалов // Фундаментальные исследования. 2011. № 12–2. С. 345–350.

4. Маковей В.А. Природа разрушения сталей при импульсном нагрузке // Научные вести НТУУ «КПИ». 2009. № 4. С. 85–92. (на укр. яз.).

5. Радченко П.А. Ударно-волновые процессы и разрушение в анизотропных материалах и конструкциях: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 2010. 147 с.

6. Маковей В.А., Зубов В.И., Писаренко Г.С. Динамическое разрушение конструкционных материалов // Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Киев, 2011. С. 141–146.

7. Савельева Н.В. Моделирование упругопластического перехода и разрушения материалов при ударно-волновом нагружении: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Пермь, 2015. 24 с.

8. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е., Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000. 416 с.

9. Кантович Л.И., Лазуткин С.Л. Фабричный Д.Ю. Адаптивное гидравлическое ударное устройство // Горное оборудование и электромеханика. 2010. № 2. С. 32–35.

10. Кантович Л.И., Лазуткин С.Л., Фабричный Д.Ю., Фабричный Н.Д., Ушаков Л.С. Гидравлическое устройство ударного действия // Патент РФ № 2456424, Патентообладатель ГОУ ВПО ОрелГТУ. 2012. Бюл. № 20.

11. Лазуткин А.Г., Киричек А.В., Степанов Ю.С., Соловьёв Д.Л. Механика нагружения поверхности волной деформации. М.: Машиностроение-1, 2005. 146 с.

12. Lazutkin S.L. On Creation of Energy-Saving Hydraulic Impact Devices Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 756. P. 610–614.

УДК 621.039.5

ЯДЕРНЫЕ ОЦЕНКИ ПРИ РАСЧЕТАХ ГРАНИЦ ТОЛЕРАНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Осечкина Т.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, e-mail: mathschool_pstu@mail.ru

В статье описана методика непараметрического ядерного оценивания толерантных пределов показателей надежности деталей машин для их сертификации и стандартизации. Отмечено, что для некоторых законов распределения, в частности, нормального, логнормального, показательного, Гаусса, Вейбулла, формулы оценок толерантных пределов получены. Но в некоторых случаях вид закона распределения исследуемой величины неизвестен, а в условиях малых выборок статистическая проверка закона распределения оказывается невозможной. В этом случае используются непараметрические оценки характеристик надежности деталей. Основные результаты в данном направлении получены на основе теории порядковых статистик с использованием свойств бета-функции. Такие оценки обычно жестко связывают количество наблюдений и доверительную вероятность, либо количество наблюдений и необходимую долю генеральной совокупности. В предлагаемой статье получены формулы для определения толерантных интервалов характеристик надежности на основе ядерных оценок. Приводится алгоритм получения толерантных пределов. Приводятся сравнительные результаты применения алгоритма при нахождении толерантных пределов усталостных характеристик по различным методикам. Для расчетов оценок ядерным методом использовалась функция Епанечникова. Показано, что оценки, полученные по предлагаемому алгоритму, в некоторых случаях улучшают толерантные пределы, полученные с помощью порядковых статистик. В частности, если распределение генеральной совокупности согласуется с нормальным или логнормальным законами распределения.

Ключевые слова: толерантные пределы, толерантные интервалы, надежность, непараметрические оценки, ядерные оценки

NUCLEAR ESTIMATES FOR CALCULATIONS OF TOLERANT INTERVALS

Osechkina T.A.

St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, e-mail: mathschool_pstu@mail.ru

The article describes the method of non-parametric nuclear assessment of tolerant limits of reliability indicators of machine parts for their certification and standardization. It is noted that for some distribution laws, in particular, normal, lognormal, exponential, Gauss, Weibull, formulas for estimating tolerant limits have been obtained. But in some cases, the form of the distribution law of the quantity being studied is unknown, and in the conditions of small samples the statistical verification of the distribution law is impossible. In this case, nonparametric estimates of the reliability characteristics of the parts are used. The main results in this direction were obtained on the basis of the theory of order statistics using the properties of the beta function. Such estimates are usually tightly related to the number of observations and the confidence probability, or the number of observations and the necessary share of the population. In the proposed article, formulas are obtained for determining tolerant intervals of reliability characteristics based on nuclear assessments. An algorithm for obtaining tolerance limits is given. Comparative results of the application of the algorithm when finding tolerant limits of fatigue characteristics by various methods are given. To calculate the estimates using the nuclear method, the Epechnikov function was used. It is shown that the estimates obtained by the proposed algorithm, in some cases, improves the tolerance limits obtained using ordinal statistics. In particular, if the distribution of the general population is consistent with the normal or lognormal distribution laws.

Keywords: tolerance limits, tolerance intervals, reliability, nonparametric evaluation, nuclear evaluation

Указание границ толерантных интервалов является одним из основных условий международной сертификации промышленных изделий.

Толерантный интервал – интервал, определяемый по выборке, относительно которого можно утверждать с уровнем доверия γ, что он содержит, по крайней мере, указанную долю p_0 совокупности.

Границы статистического толерантного интервала – толерантные границы.

Уровень доверия $\gamma = 1 - \alpha$ – это вероятность того, что толерантный интервал будет содержать не менее $p_0 \cdot 100\,\%$ совокупности.

Вероятность попадания СВ X с функцией распределения $F_X(x)$ в интервал $[L, U]$ равна $F_X(U) - F_X(L)$. То есть границы толерантного интервала – это решение уравнения

$$P\left(\left(F(U) - F(L)\right) \geq p_0\right) = \gamma$$

для двустороннего интервала $[L, U]$ и

$$P\left(F(U) \geq p_0\right) = \gamma,$$

$$P\left(1 - F(L) \geq p_0\right) = \gamma$$

для односторонних интервалов $(-\infty; U]$ и $[L; +\infty)$ соответственно.

Обычно двусторонние толерантные интервалы ищутся в форме $[M - k\sigma;\ M + k\sigma]$, односторонние – в форме $(-\infty; M + k\sigma]$ или $[M - k\sigma; \infty)$.

На данный момент достаточно полно изучен вопрос оценки толерантных пределов, как двусторонних, так и односторонних, для некоторых известных распределений.

Так, в работах [1] выводятся оценки толерантных пределов нормально распределенной генеральной совокупности, в работах [1, 2] рассматриваются оценки толерантных пределов показательно распределенных совокупностей. В ряде работ предлагаются оценки толерантных границ для распределений Вейбула, Гаусса, логнормального распределения [3] сведением их к нормальному распределению.

Но в некоторых случаях априори вид распределения неизвестен. В этом случае необходимо либо предварительно выдвинуть гипотезу о виде распределения и проверить ее, что в случае ограниченной информации может вызвать затруднения, либо использовать непараметрические критерии для требуемых оценок.

Значительная часть результатов математической статистики основана на предположении о том, что информации, имеющейся у потребителя, достаточно для представления участвующих в задаче распределений в виде некоторых функций с конечным числом параметров. Однако на практике это предположение часто оказывается невыполнимым. Потребности в создании статистических процедур, не предполагающих знание вида распределений, отвечает ветвь математической статистики, получившая название непараметрическая статистика. Непараметрическая статистика рассматривает только такие ситуации, в которых о функциональном виде распределений ничего не известно. Теория непараметрического оценивания плотности распределения широко представлена в работах Л. Девроя и Л. Дьёрфи, Парзена, Розенблатта, Ш. Закса, Хансена и Кумпенса. Обзор укакзанных методов приведен в [2]. Оказалось, что, несмотря на малый объем априорной информации, используемой при построении непараметрических процедур, они обладают высокой эффективностью. Потери эффективности при переходе от параметрических к непараметрическим процедурам (в случае истинности параметрической модели) незначительны и довольно часто составляют всего несколько процентов. Эффективность непараметрической процедуры по сравнению с фиксированной параметрической резко возрастает при отклонении истинных распределений от расчетных. В большинстве случаев непараметрические процедуры оказываются асимптотически оптимальными.

Материалы и методы исследования

Широко известна [2] непараметрическая оценка толерантных границ с использованием β-распределения. Для упорядоченной выборки $\{X_k\}, k = \overline{1;n}$, из произвольно распределенной генеральной совокупности решение неравенства $np^{n-1} - (n-1)p^n \le 1 - \gamma$ определяет долю p генеральной совокупности, попадающей в интервал $[X_1, X_n]$ с вероятностью γ. Но полученная таким образом оценка жестко связывает долю p, доверительную вероятность γ и объем выборки n. То есть при одном и том же объеме выборки увеличение доли p ведет к уменьшению доверительной вероятности γ и наоборот.

Теория непараметрических доверительных и толерантных интервалов развивалась в исследованиях Уилкса, Оуэна, Гаттмена, Роббинса, Фрэзера, Барлоу и Прошана, Хансона и Кумпенса и других. В этих работах строятся функции специального вида, мажорирующие вероятность попадания случайной величины в заданный интервал, представленной в виде упорядоченной статистики. В основном эти оценки связаны с β-функцией.

В работах Хансена и Купменса [2] предлагается искать верхнюю толерантную границу для выборки X_i в виде

$$X_{(n-k+j)} + b\left(X_{(n-k)} - X_{(n-k-j)}\right), 1 \le k + j \le n-1, 0 \le k \le n-2,$$

где коэффициент b является решением уравнения

$$I_p(2, N-1) + p^{1/b}\frac{\Gamma(N+1)\Gamma\left(\frac{2b-1)}{b}\right)}{\Gamma(2)\Gamma\left(N+\frac{b-1}{b}\right)}\cdot\left[1 - I_p\left(\frac{2b-1}{b}, N-1\right)\right] = \gamma.$$

В ряде отечественных работ [3–5] для непараметрических оценок используется ядерный метод получения функции распределения. Согласно указанной методике, функция плотности вероятности рассматриваемой случайной величины определяется формулой

$$\tilde{f}_\xi(t;\sigma)=\frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n}V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right), \quad (1)$$

где $\xi_1;\xi_2;...;\xi_n$ – выборка, полученная в результате наблюдений за исследуемым объектом; n – объем выборки; $V(\cdot)$ – ядерная функция, удовлетворяющая условиям регулярности

$$V(y)=V(-y), 0\le V(y)<\infty, \int_{-\infty}^{\infty}V(y)dy=1,$$

$\sigma > 0$ – параметр сглаживания, такой, что $\lim\limits_{n\to\infty}\sigma n=\infty$.

В качестве ядерной функции чаще всего выбираются следующие функции [6]:

$V(t)=\frac{1}{2}I(|t|\le 1)$ – прямоугольное ядро;

$V(t)=0,75(1-t^2)\cdot I(|t|\le 1)$ – ядро Епанечникова;

$V(t)=\frac{15}{16}(1-t^2)^2 I(|t|\le 1)$ – квадратическая ядерная функция.

В рассматриваемых функциях $I(\vartheta)=\begin{cases}1, & \text{если условие } \vartheta \text{ выполнено;}\\ 0, & \text{если условие } \vartheta \text{ не выполнено.}\end{cases}$

Точность оценки зависит как от выбора функции-ядра, так и выбора параметра сглаживания. В работе [7] предложена методика поиска оптимального значения параметра сглаживания.

В работе [6] получена оценка доверительного интервала для теоретической функции плотности вероятности при $n \ge 100$

$$\hat{f}_\xi(x)-u_\beta\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}<f_\xi(x)<\hat{f}_\xi(x)+u_\beta\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}$$

и при небольших значениях $n \le 100$:

$$\hat{f}_\xi(x)-t_{n-1;(1-\beta)/2}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}<f_\xi(x)<\hat{f}_\xi(x)+t_{n-1;(1-\beta)/2}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Рассуждая аналогично [6], проведем оценку одностороннего толерантного интервала. Обозначим $\eta_i=\frac{1}{\sigma}V\left(\frac{x-\xi_i}{\sigma}\right)$. Случайные величины η_i при каждом x независимы.

Согласно центральной предельной теореме, при больших значениях n, оценка функции плотности вероятности, как суммы независимых величин, является при каждом x нормально распределенной случайной величиной, т.е.

$$\hat{f}_\xi(x)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta_i(x)\approx N\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}M_{\eta_i}(x),\sqrt{S_n^2}\right),$$

где

$$M_\eta(x)=\frac{1}{n\sigma}\int_{-\infty}^{+\infty}\sum_{i=1}^{n}V_i\left(\frac{x-\tau}{\sigma}\right)\cdot\hat{f}_\xi(\tau)d\tau,$$

$$D_\eta(x)=\frac{1}{n^2\sigma^2}\int_{-\infty}^{+\infty}\sum_{i=1}^{n}V_i^2\left(\frac{x-\tau}{\sigma}\right)\times$$

$$\times\hat{f}_\xi(\tau)d\tau-M_\eta^2(x). \qquad (2)$$

Соответственно, случайная величина $M_{\hat{f}}(x)-\hat{f}_\xi(x)$ имеет нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и той же дисперсией:

$$M_{\hat{f}}(x)-\hat{f}_\xi(x)\approx N\left(0,\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}\right).$$

Тогда

$$P\left(M_{\hat{f}}(x)-\hat{f}_\xi(x)<\delta\right)=\Phi\left(\frac{\delta}{\sqrt{D_\eta(x)/n}}\right)$$

и при доверительной вероятности β:

$$P\left(M_{\hat{f}}(x)-\hat{f}_\xi(x)<\delta\right)=\beta\Rightarrow\Phi\left(\frac{\delta}{\sqrt{D_\eta(x)/n}}\right)=\beta,$$

$$\frac{\delta}{\sqrt{D_\eta(x)/n}}=\Phi^{-1}(\beta)=u_\beta,$$

$$\delta=u_\beta\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}$$

(u_β – β-квантиль стандартного нормального распределения).

Окончательно получаем, что с вероятностью β верна оценка

$$M_{\hat{f}}(x)-\hat{f}_\xi(x)<u_\beta\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}$$

или

$$f_\xi(x)<\hat{f}_\xi(x)+u_\beta\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}.$$

При небольших значениях n используется распределение Стьюдента с $n-1$ степенью свободы, т.е.

$$\frac{M_\eta-\hat{f}_\xi(t)}{\sqrt{D_\eta/n}}\approx t_{n-1,\beta}$$

и

$$f_\xi(x)<\hat{f}_\xi(x)+t_{n-1;\beta}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(x)}{n}}. \qquad (3)$$

Пусть $\hat{f}$ – оценка функции плотности вероятности f для случайной величины X, представленной выборкой $\xi_1;\xi_2;...;\xi_n$. Оценка L нижней толерантной границы для доли p_0 с доверительной вероятностью γ является решением уравнения

$$P\left(1-F(L)\ge p_0\right)=\gamma. \qquad (4)$$

Проинтегрировав неравенство (3) и выполнив необходимые оценки, получим

$$F_\xi(x)<\hat{F}_\xi(x)+\int_{-\infty}^{x}t_{n-1;\beta}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau,$$

$$1-\hat{F}_\xi(x)-\int_{-\infty}^{x}t_{n-1;\beta}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau<1-F_\xi(x),$$

где

$$M_\eta(x)=\frac{1}{n\sigma}\int_{-\infty}^{+\infty}\sum_{i=1}^{n}V_i\left(\frac{x-\tau}{\sigma}\right)\cdot\hat{f}_\xi(\tau)d\tau,$$

$$D_\eta(x)=\frac{1}{n^2\sigma^2}\int_{-\infty}^{+\infty}\sum_{i=1}^{n}V_i^2\left(\frac{x-\tau}{\sigma}\right)\cdot\hat{f}_\xi(\tau)d\tau-M_\eta^2(x).$$

Другими словами, неравенство

$$1-F_\xi(x)>1-\hat{F}_\xi(x)-\int_{-\infty}^{x}t_{n-1;\beta}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau$$

верно с вероятностью β. Тогда, если верно неравенство

$$1-\hat{F}_\xi(L)-\int_{-\infty}^{L}t_{n-1;\beta}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau\ge p_0,$$

то с вероятностью β будет верно неравенство

$$1-F_\xi(L)\ge p_0,$$

т.е. $P\left(1-F_\xi(L)\ge p_0\right)=\beta$.

Следовательно, уравнение (4), определяющее значение оценки нижней границы L одностороннего толерантного интервала, верно в случае, если $\beta=\gamma$. Таким образом, оценку границы левостороннего толерантного интервала для доверительной вероятности γ можно найти как решение неравенства

$$1-\hat{F}_\xi(L)-\int_{-\infty}^{L}t_{n-1;\gamma}\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau\ge p_0 \qquad (5)$$

при $n\le 100$ и неравенства

$$1-\hat{F}_\xi(L)+\int_{-\infty}^{L}u_\gamma\cdot\sqrt{\frac{D_\eta(\tau)}{n}}d\tau\ge p_0 \qquad (6)$$

при $n>100$.

Таким образом, получен алгоритм построения нижней толерантной границы с помощью ядерной оценки функции плотности.

1. Оценить выборочное среднее, выборочную дисперсию СВ, представленной выборкой $X_i, i = \overline{1;n}$. Выбрать оптимальное значение параметра сглаживания.

2. Найти промежутки ненулевых значений ядер: $\left[u_j;u_{j+1}\right], u_k \in \left\{X_i - \sigma; X_i + \sigma\right\}$.

3. Определить на каждом из промежутков $\left[u_j;u_{j+1}\right]$ функцию

$$f(\sigma,t) = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n} V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right) = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n}\frac{3}{4}\left(1-\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right)^2\right) I\left(\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right)\le 1\right).$$

4. Определить на каждом из промежутков $\left[u_j;u_{j+1}\right]$ функцию $F(x)$:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n}\frac{3}{4}\left(1-\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right)^2\right) I\left(\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right)\le 1\right)dt\ .$$

5. Определить значение статистики $t_{n-1,\gamma}$.

6. Определить дисперсию оценки по формуле (1).

7. Найти нижнюю толерантную границу, решив неравенство (5) ((6)).

Заключение

Для апробации была рассмотрена выборка, полученная в результате усталостных характеристик 78 экспериментальных образцов. Варианты выборки принадлежали отрезку [195, 230]. Были получены оценки нижней толерантной границы для $\gamma = 0{,}95$, $p = 0{,}9$ а) по формулам для случая нормально распределенной генеральной совокупности $L = 191{,}44$, б) по методу Хансена – Кумпенса $L = 144{,}15$, в) по предложенному алгоритму ядерной оценки $L = 188{,}1$.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО16269-6-2005. Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерантных интервалов. Введ. с 01.09.2005. М.: Стандартинформ, 2005. 29 с.

2. Закс Ш. Теория статистических выводов / Пер. с англ. М.: Мир, 1975. 767 с.

3. Antonov A., Polyakov A., Rodionov A., Chepurko V. Application of generalised linear model for time-dependent trend assessment – a case study for the ageing psa network. Reliability Engineering and System Safety. 2009. June. Vol. 94. no. 6. P. 1021–1029.

4. Antonov A., Zulyaeva N., Belousov A. et al. The statistical analysis of operating reliability of electropump units cn 60-180 for reactors VVER-1000 by root estimation methods. VI International Conference MMR 2009 – Mathematical methods in reliability. Theory. Methods. Applications.: extended abstracts. Moscow, 2009. 22–29 June. P. 521–525.

5. Antonov A., Belova K., Chepurko V. On one method of reliability coefficients calculation for objects in non-homogeneous event flows. Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability. Applications to Medicine, Finance, and Quality Control / Ed. by V.V. Rykov, N. Balakrishnan, M.S. Nikulin. -Statistics for Industry and Technology. Springer, 2010. P. 51–67.

6. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Белоусов А.Я. и др. Статистический анализ эксплуатационной надежности электронасосных агрегатов ЦН 60–180 реакторов ВВЭР-1000 методами корневого оценивания // Автоматика и телемеханика. 2010. Т. 71. № 7. С. 160–172.

7. Антонов А.В., Соколов С.В., Чепурко В.А. Вероятностные методы оценки остаточной наработки восстанавливаемых элементов ЯЭУ в условиях ограниченности исходных данных/ Ядерная физика и инжиниринг. 2011. Т. 2. № 5. С. 421–424.

УДК 629.5.035.8:621.887.662

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ РАЗРЕЗНОГО УПОРНОГО КОЛЬЦА УПЛОТНЕНИЯ ГРЕБНОГО ВАЛА ПРИ РАЗВЕДЕНИИ НА МОНТАЖНУЮ ВЕЛИЧИНУ

Петров А.Л., Баева Л.С., Колодяжный В.И., Кумова Ж.В., Петрова Н.Е.

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», Мурманск, e-mail: zhannakmv@yandex.ru

Гребной вал является валом, непосредственно несущим на себе движитель судна. Валопровод – это общая система, представляющая соединенные между собой валы, при помощи которой производится процесс работы движителя путем передачи вращения от главного двигателя. Главная задача системы валов (валопровода) заключается в обеспечении гребного винта крутящим моментом, исходящим от главного двигателя, и в то же время передачи судовому корпусу упора, возникающего при работе гребного винта и его восприятие. Общая длина системы валов характеризуется габаритами судна и плана расположение машинного отделения. Как правило, валопровод является системой, состоящей из нескольких элементов, выложенной на опорных подшипниках с надежной системой взаимной фиксации. Каждому элементу этой системы присвоены обозначения и допустимые характеристики, исходя из эксплуатационного назначения. Цель исследования является подтверждение отсутствия пластических деформаций и недопустимых технологией напряжений разрезного кольца уплотнения вала в случае разведения на технологический размер, регламентированный технологией монтажа. Расчет проведен в CAE модуле программы Mechanical Desktop методом конечных элементов (МКЭ), реализующим лишь базовые функции и не предназначенным для полного расчета МКЭ. Модуль предназначен для того, чтобы обеспечить инженера основными сведениями о прочности и слабых местах разрабатываемой конструкции. Для полного расчета рекомендуется использовать специализированные пакеты расчета.

Ключевые слова: деформация, упорное кольцо, гребной вал, монтаж, дефектоскоп, замеры толщин

IDENTIFICATION OF STRAINS RESISTANT SPLIT THRUST RING OF THE SCREW SHAFT AT A FITTING OF MOUNTING SIZE

Petrov A.L., Baeva L.S., Kolodyazhnyy V.I., Kumova Z.V., Petrova N.E.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Murmansk State Technical University», Murmansk, e-mail: zhannakmv@yandex.ru

The propeller shaft is the shaft directly carrying the propulsion of the vessel. The shaft line is the General system representing the shafts connected among themselves by means of which process of work of the mover by transfer of rotation from the main engine is made. The main task of the shaft system is to provide the propeller torque coming from the main engine, and at the same time, the transmission of the ship's hull stop arising from the propeller and its perception. The total length of the shaft system is characterized by the dimensions of the vessel and the layout of the engine room. As a rule, the shaft line is a system consisting of several elements, laid out on the bearing pads with a reliable system of mutual fixation. Each element of this system is assigned designations and permissible characteristics, based on the operational purpose. The purpose of the study is to confirm the absence of plastic deformations and stresses not allowed by the technology of the split ring of the shaft seal in the case of dilution to the technological size, regulated by the installation technology. The calculation is carried out in the CAD module of the mechanical desktop program by the finite element method (FEM), which implements only the basic functions and is not intended for the full calculation of FEM. The module is designed to provide the engineer with basic information about the strength and weaknesses of the developed design. For full calculation it is recommended to use specialized calculation packages.

Keywords: deformation, thrust ring, screw shaft, installation, flaw detector, thickness measurements

Процесс проектирования является одним из важнейших этапов жизненного цикла изделия и представляет собой сложную конструкцию, ход решения которой представляет собой иерархическую систему, состоящую из многочисленных вариантов, каждый из которых отвечает соответствующим требованиям, но в целом выполняющим единую задачу.

Модуль CAE Mechanical Desktop предназначен для того, чтобы обеспечить инженера основными сведениями о прочности и слабых местах разрабатываемой конструкции.

При расчете исходными условиями являются сама модель, условия работы – закрепление на валу, механические характеристики материала – титанового сплава марки ПТ-3В и начальная деформация кольца от механического воздействия [1].

Цель исследования: определение величин допустимых напряжений и степени возможных пластических деформаций в материале кольца стопорного при его монтаже на гребной вал без разборки узла валопровода.

Материалы и методы исследования

Объекты исследования – кольцо разрезное упорное вала гребного № 1 и № 2.

Ультразвуковые исследования объектов с использованием ультразвукового дефекто-

скопа УД4-Т «Томографик». Магнитоанизотропные исследования объектов при деформациях, возникающих при разводке кольца в пределах заданных расстояний согласно схеме разводки кольца упорного для сплава материала ПТ-3В [2].

Замеры толщин объектов производились по стандартным методикам с помощью МК-25-1 ГОСТ 6507 (таблица).

Замеры толщины объектов

№ сектора	Толщина упорного кольца, мм	
	№ 1	№ 2
7,5	7,98	8,02
8	7,99	8,01
8,5	7,98	8,01
9	7,98	8,01
9,5	7,99	8,02
10	7,99	8,01
10,5	7,99	8,01

Фрактографический анализ изломов и состояния поверхности объектов [3] выполнен после проведения трехкратных разведений объектов. Результаты испытаний показали отсутствие видимых нарушений сплошности поверхностного слоя и следов остаточных деформаций объектов (рис. 1).

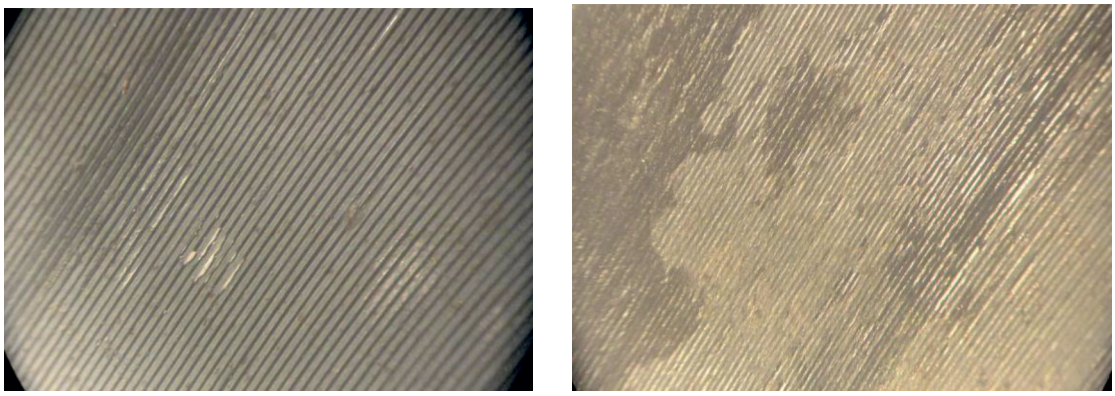
Ультразвуковые исследования объектов проведены с использованием ультразвукового (УЗ) дефектоскопа УД4-Т «Томографик», позволяют посредством измерения амплитуды эхосигналов от дефектов (в качестве дефектов рассматривалось вероятное изменение размеров зерна под действием сложного нагружения объекта – растяжение с кручением) определить степень пластической деформации объекта в области приложения максимальных нагрузок.

Сопротивление малым пластическим деформациям (предел текучести, предел пропорциональности и предел упругости) у титана и сплавов на его основе оказывается очень чувствительным к микроструктуре (величине зерна) и скорости нагружения. Титан при температуре 18–20 °С имеет ползучесть при напряжениях заметно более низких, чем предел текучести. Это обстоятельство приводит к трудностям при определении пределов упругости и пропорциональности, особенно при малых остаточных деформациях, так как длительность нагружений и разгружений сказывается на результатах измерений, и предел упругости для титановых сплавов нельзя считать устойчивой характеристикой, что подтверждается результатами ультразвуковых исследований объектов.

Механические характеристики титановых сплавов зависят от содержания легирующих элементов (композиции сплава), важнейшим фактором, влияющим на стандартные свойства, является содержание в титане или сплавах на его основе технологических примесей – главным образом газовых (O_2, N_2, H_2).

Влияние химико-термической обработки (ХТО) на свойства сплавов на основе титана. Концентрация углерода в сплаве прямо влияет на изменение прочностных характеристик α-фазы. Прочностные характеристики по мере увеличения концентрации углерода практически остаются неизменными в двухфазной системе. Изменения происходят по линейному закону (рис. 2).

Пластичность сплавов при увеличении содержания углерода, наоборот, снижается. Присутствие в сплавах карбидной фазы приводит к появлению хрупкости [4].



а) *б)*

Рис. 1. Внешний вид разрезного упорного кольца (при увеличении х25): а) № 1; б) № 2

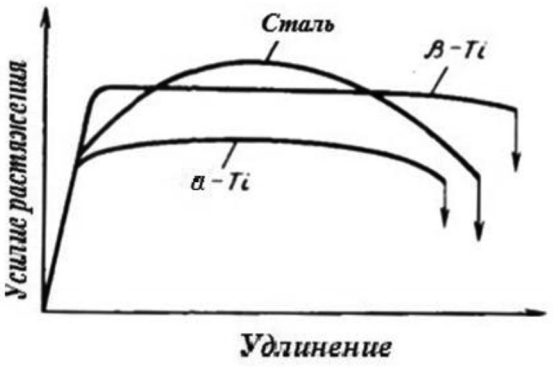


Рис. 2. Схематическое сопоставление диаграммы растяжения стандартных разрывных образцов из титана с α- и β-фазной структурой и из конструкционной стали одной категории прочности

Современное ультразвуковое дефектоскопическое оборудование дает возможность с достаточно высокой точностью ($S \geq 1$ мм^2) выявлять несплошности структуры материалов. Выявление дефектов меньшей площадью требует увеличения значения усиления сигнала, что приводит к затуханию УЗ сигнала.

Коэффициент затухания δ возрастает с увеличением частоты не линейно, а в повышенной степени. Причем коэффициент затухания различен для различных материалов и складывается из коэффициентов поглощения и рассеяния:

$$\delta = \delta_п + \delta_р. \quad (1)$$

Поглощенная звуковая энергия переходит в теплоту. Рассеянная энергия остается по форме звуковой, но уходит из направленного пучка, отражаясь от неоднородной среды. В однородных средах затухание определяется главным образом поглощением ультразвука:

$$\delta_п > \delta_р. \quad (2)$$

В металлах рассеяние преобладает над поглощением:

$$\delta_р >> \delta_п. \quad (3)$$

Причем $\delta_п$ пропорционально f, а $\delta_р$ пропорционально f^3 или f^4. Коэффициент от соотношения средней величины зерен D и длины λ УЗ-волны (где f – частота, λ – длина волны). Увеличение размера зерен приводит к росту затухания УЗК.

Наличие дефектов различного рода, таких как раковины, трещины, несплошности и т.д., уровень сигнала может вызвать изменение амплитуды на 2–3 порядка – в 10; 100 и 1000 раз, что составит 20, 40 и 60 дБ [5].

Анализ изменений амплитуды УЗК (затухание ультразвуковых колебаний в материале объектов) в ходе исследования позволяет сделать вывод:

– степень затухания УЗК увеличивается пропорционально количеству циклов нагружения;

– причина прогрессирующего затухания – изменение размера зерна (увеличение) вследствие воздействия сложного нагружения;

– динамика затухания в среднем составляет от 0,1 до 1,0 % за один цикл нагружения, что не является критическим.

Результаты исследований представлены в протоколах (рис. 3) ультразвукового контроля концентрации механических напряжений (КМН) на разрывных упорных кольцах № 1 и № 2.

Магнитоанизотропные исследования объектов: контроль КМН с использованием метода магнитной анизотропии выявили:

– кольцо разрезное упорное вала гребного № 1 имеет КМН, не превышающие 4 у.е. (сектор 7 и 12);

– кольцо разрезное упорное № 2 – КМН в районе 8 сектора с уровнем не более 4,5 у.е.;

– наличия зон с повышенными КМН не обнаружено.

Результаты исследования и их обсуждение

Расчет проведен в CAE модуле программы Mechanical Desktop методом конечных элементов (МКЭ), реализующим лишь базовые функции и не предназначенным для полного расчета МКЭ. Модуль предназначен для того, чтобы обеспечить инженера основными сведениями о прочности и слабых местах разрабатываемой конструкции. Для полного расчета рекомендуется использовать специализированные пакеты расчета.

При расчете исходными условиями была сама модель, условия работы – закрепление на валу, механические характеристики материала – титанового сплава марки ПТ-3В и начальная деформация кольца от механического воздействия, согласно схеме нагружения (расстояние 550 мм), представленной на рис. 4. В результате проведенных испытаний по указанному модулю необходимое усилие составило 1,04 Н.

Максимальное напряжение, возникающее в указанном районе, при испытании в Mechanical Desktop в размере – 5,18478 МПа. Таким образом, обеспечен необходимый запас прочности. Результаты проведенных испытаний прочности конструкции по программе Mechanical Desktop представлены на рис. 5.

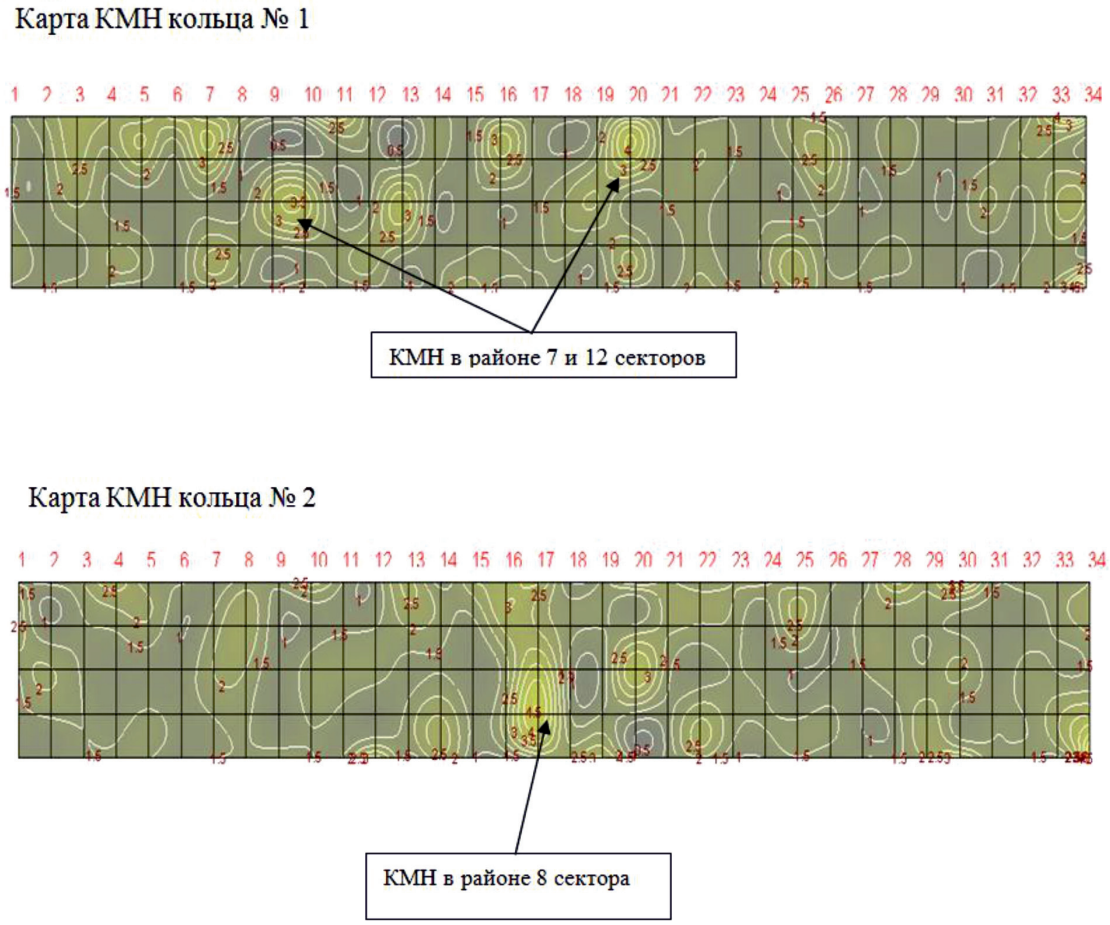


Рис. 3. Результаты контроля концентрации механических напряжений на разрывных упорных кольцах

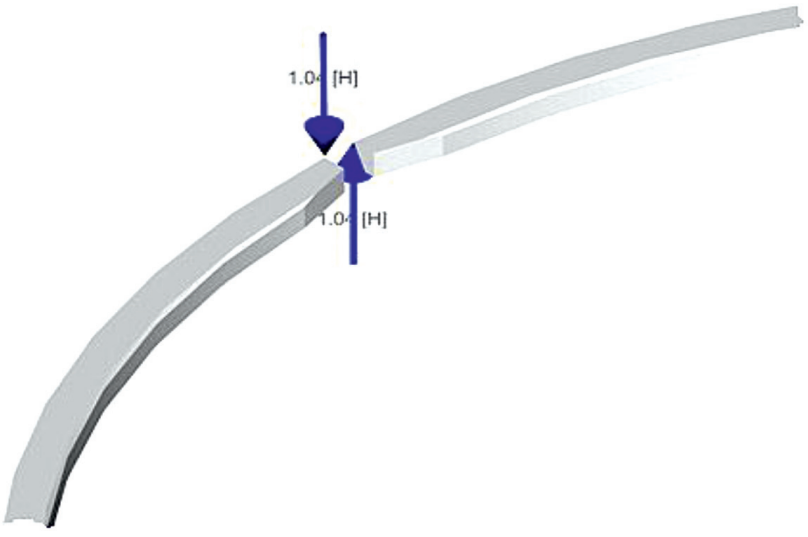
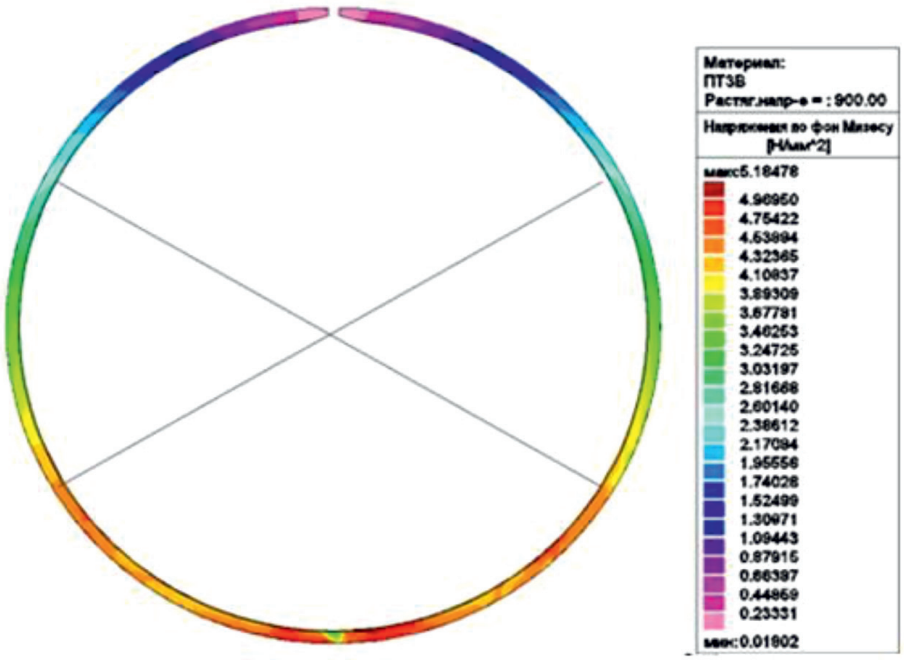
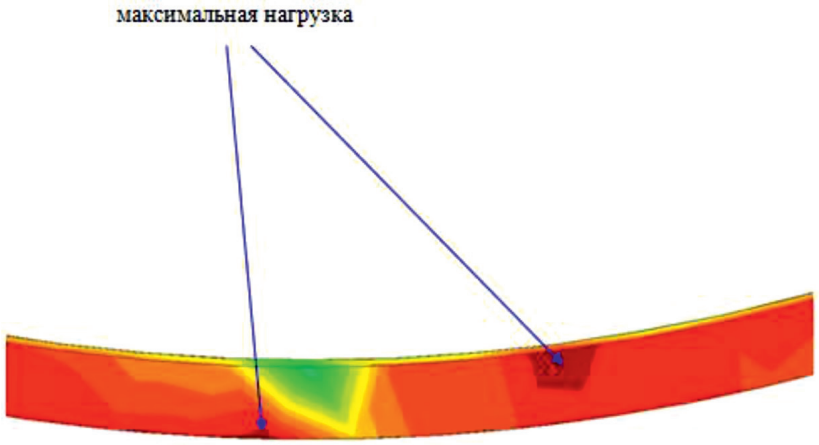


Рис. 4. Схема разводки кольца



а)



б)

Рис. 5. Схема кольца при рассчитанной нагрузке для титанового сплава:
а) вид кольца с рассчитанными напряжениями,
б) вид кольца крупным планом в местах с максимальной нагрузкой

Заключение

Результаты проведенного исследования колец упорных гребного вала показали отсутствие в материале видимых нарушений сплошности поверхностного слоя, а также следов остаточных деформаций.

Ультразвуковой контроль позволил сделать вывод об увеличении степени затухания сплава материала ПТ-3В пропорционально количеству циклов нагружения, выявить динамику и причину прогрессирующего затухания, заключающуюся в изменении размера зерна (его увеличении) вследствие воздействия сложного нагружения.

Анализ результатов магнитоанизотропных исследований повышенных концентраций механических напряжений в материале разрывных упорных колец показал их отсутствие.

С целью определения необходимого запаса прочности конструкций из сплава ПТ-3В выполнен расчет в CAE модуле программы Mechanical Desktop.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53966-2010 Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния материала конструкций. Общие требования к порядку выбора методов. Введ. 2011-12-01. М.: Стандартинформ, 2011. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200082717 (дата обращения: 10.04.2019).

2. ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки. Взамен ГОСТ 19807-74; введ. 1992-07-01. – М.: Государственный Комитет СССР по стандартам. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200006390 (дата обращения: 07.04.2019).

3. Ильин А.А., Колачёв Б.А., Полькин И.С. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства: справочник. М.: ВИЛС-МАТИ, 2009. 520 с.

4. Мутылина И.Н. Материаловедение. Цветные металлы и сплавы на их основе: учебно-методический комплекс. М.: Проспект, 2017. 160 с.

5. Никитина Н.Е., Казачек С.В. Преимущества метода акустоупругости для неразрушающего контроля механических напряжений в деталях машин // Вестник научно-технического развития. 2010. № 4 (32). С. 18–28.

УДК 62-2:534.01

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧАХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ БАЛКИ ИЗ ДВУХ СЕГМЕНТОВ

Сафина Г.Ф.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Нефтекамский филиал, Нефтекамск, e-mail: safinagf@mail.ru

Рассмотрена прямая спектральная задача определения частот поперечных колебаний балки, состоящей их двух сегментов разной жесткости и различных поперечных сечений. Получено частотное уравнение к прямой задаче, учитывающее условия закреплений концов сегментной балки, а также условия сопряжения между сегментами. По прямой задаче рассмотрены зависимости частот поперечных колебаний сегментной балки от коэффициентов жесткостей пружин кручения ее шарнирных опор. Проведенные исследования показывают, что при увеличении жесткостей пружин кручения опор сегментной балки частоты ее колебаний также увеличиваются. Впервые поставлена обратная задача – задача акустического диагностирования коэффициентов жесткости пружин кручения опор балки. Исследованы вопросы существования и единственности решения обратной задачи. Представлена и доказана соответствующая теорема. Определен метод решения обратной задачи, использующий для этого известные значения трех частот поперечных колебаний сегментной балки. Алгоритм сведен к решению системы трех нелинейных уравнений относительно искомых коэффициентов с введением новой переменной. По ходу решения получены аналитические формулы для коэффициентов жесткостей пружин кручения опор балки. Найденные формулы подтверждают единственность определения жесткостей пружин кручения шарнирных опор балки. Приведен пример решения обратной задачи, использующий полученные аналитические формулы. Решение поставленных задач сопровождается программами с применением стандартных команд математического пакета.

Ключевые слова: собственные частоты, поперечные колебания, прямая и обратная задачи, жесткости пружин кручения, диагностирование

MODELLING CROSS FLUCTUATIONS OF A TWO-SEGMENT BEAM IN DIRECT AND INVERSE PROBLEMS

Safina G.F.

Bashkir State University, Neftekamsk branch, Neftekamsk, e-mail: safinagf@mail.ru

The study examines the direct spectral problem of determination of transverse oscillations of a beam consisting of two segments of different stiffness and different cross sections. The frequency equation for the direct problem is obtained, which takes into account the conditions of fixing the ends of the segmental beam as well as the transmission conditions between the segments. Based on the solution to the direct problem, we study the effect of the stiffness coefficients of the torsion springs hinging the ends of the beam on the frequencies of its transverse oscillations. We show that an increase in the stiffness of torsion springs leads to an increase in the oscillation frequency of the segmental beam. We model and set the inverse spectral problem to diagnose the stiffness parameters of the hinged supports of the beam from the known frequencies of its oscillations. We raise the question of the existence of the solution to the problem. A theorem on the uniqueness of the solution to the inverse problem is formulated and proved. An algorithm for solving the problem is presented, which allows to obtain the stiffness coefficients by the known values of the three oscillation frequencies of the segmental beam. The algorithm is reduced to solving a system of three nonlinear equations for the desired coefficients with the introduction of a new variable. The obtained analytical formulae confirm the uniqueness of the stiffness determination for torsion springs of hinged supports of the beam. An example of solving the inverse problem using the obtained analytical formulae is presented. The software implementations of solving algorithms are provided for the direct and inverse problems.

Keywords: natural frequencies, transverse oscillations, direct and inverse problems, torsional spring stiffness, diagnosing

Проведенные в представленной работе исследования относятся к проблемам диагностики технических конструкций, и это направление в настоящее время имеет широкое научное и практическое развитие и применение [1–3]. По акустическому отклику механических систем или их составляющих в виде балок, стержней, дисков и т.д. можно восстанавливать различного рода неисправности таких систем, в том числе учитывающих влияние условий закреплений на их колебательный процесс. Данная работа продолжает подобные исследования и относится к области акустической диагностики механических систем [4–6].

Собственные поперечные колебания различных балок рассматриваются во многих научных работах по теории колебаний, например в [1, 2]. В данной же работе разрабатывается модель балки, состоящей из двух сегментов разного поперечного сечения с учетом условий их сопряжения. Исследована зависимость частот колебаний двухсегментной балки от коэффициентов жесткостей пружин кручения ее шарнирных опор. Поставлена также обратная задача восстановления жесткостей пружин кручения опор балки по конечному набору частот ее поперечных колебаний. Исследованы вопросы существования и единственности

решения обратной задачи, представлена соответствующая теорема. Полученный алгоритм решения обратной задачи использует известные значения трех первых частот колебаний сегментной балки.

Прямая задача определения частот поперечных колебаний балки из сегментов

Приведем теоретические сведения по прямой спектральной задаче. Рассмотрим балку длины L ступенчато-переменного сечения с двумя участками разной жесткости EI_1 и EI_2 длиной l_1 и l_2 соответственно (рисунок, а). Разность в жесткости между участками образуется в результате поворота правой части относительно левой на угол φ (рисунок, б).

Согласно расчетной схеме балку моделируем сопряжением двух сегментов в виде стержней длиной l_i. Вводим локальные координаты $x_i (i = 1,2)$.

Уравнения свободных поперечных колебаний имеют вид

$$EI_i \frac{\partial^4 w_i}{\partial x_i^4} + \rho A_i \frac{\partial^2 w_i}{\partial t^2} = 0, \ (i = 1,2). \qquad (1)$$

В (1): $w_i = w_i(x_i, t)$ – прогиб i-го сегмента; $I_i = \frac{bh_i^3}{12}$ и $A_i = b_i h_i$ – момент инерции и площадь сечения i-го сегмента; ρ – плотность материала балки. При моделировании также учитываем, что: $I_2 = \alpha^4 I_1$, $\alpha^4 = \cos^2(\varphi) + \left(\frac{b}{h}\right)^2 \sin^2(\varphi)$, $A_1 = A_2 = A$.

От размерных физических параметров переходим к следующим безразмерным: $\overline{w}_i = \frac{w_i}{L}$, $\xi_i = \frac{x_i}{L}$, $\tau = \omega_0 t$, $\omega_0 = \frac{1}{L^2}\sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$, $\overline{l}_i = \frac{l_i}{L}$, тогда уравнения (1) примут вид

$$\frac{\partial^4 \overline{w}_1}{\partial \xi_1^4} + \frac{\partial^2 \overline{w}_1}{\partial \tau^2} = 0; \ \frac{\partial^4 \overline{w}_2}{\partial \xi_2^4} + \frac{1}{\alpha^4}\frac{\partial^2 \overline{w}_1}{\partial \tau^2} = 0. \quad (2)$$

С учетом моделирования свободных поперечных колебаний сегментной балки примем в уравнениях (2) прогиб в виде $\overline{w}_i = W_i(\xi_i) e^{i\overline{\omega}\tau}$, где $\overline{\omega} = \frac{\omega}{\omega_0}$ – безразмерная частота колебаний. Принятые решения $\overline{w}_i$ подставим в уравнения (2) и с помощью стандартного разделения переменных придем к следующим уравнениям для сегментов:

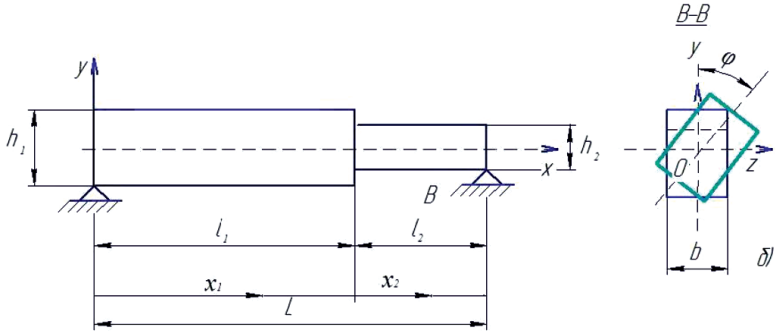
$$W_1^{IV} - k^4 W_1 = 0; \ W_2^{IV} - \left(\frac{k}{\alpha}\right)^4 W_2 = 0. \quad (3)$$

В (3) введен спектральный коэффициент $k^4 = \frac{\omega^2 \rho A L^4}{EI}$. Найдем решения уравнений (3):

$$W_1 = D_{11}\cos k\xi_1 + D_{12}\sin k\xi_1 + D_{13} chk\xi_1 + D_{14} shk\xi_1;$$

$$W_2 = D_{21}\cos\frac{k}{\alpha}\xi_2 + D_{22}\sin\frac{k}{\alpha}\xi_2 + D_{23} ch\frac{k}{\alpha}\xi_2 + D_{24} sh\frac{k}{\alpha}\xi_2, \qquad (4)$$

в которых D_{ij} ($i = \overline{1,2}$; $i = \overline{1,4}$) – амплитуды колебаний двухсегментной балки.



Модель балки ступенчато-переменного сечения

Вместе с дифференциальными уравнениями (1) (или (3)) рассмотрим краевые условия в виде шарнирных опор балки с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 пружин кручения:

$$W_1(0)=0;\ W_1''(0)-\frac{c_1}{EI}W_1'(0)=0;\ W_2(\bar{l}_2)=0;\ W_2''(\bar{l}_2)+\frac{c_2}{EI}W_2'(\bar{l}_2)=0. \quad (5)$$

Рассмотрим также условия сопряжения двух сегментов балки разного поперечного сечения, которые при нашем моделировании примут вид

$$W_1(\bar{l}_1)=W_2(0);\ W_1'(\bar{l}_1)=W_2'(0);\ I_1W_1''(\bar{l}_1)=I_2W_2''(0);\ I_1W_1'''(\bar{l}_1)=I_2W_2'''(0). \quad (6)$$

Подставляя решения (4) в краевые условия (5) и условия сопряжения (6), получим систему восьми однородных алгебраических уравнений относительно амплитуд колебаний балки.

Решая полученную систему уравнений относительно ненулевых амплитуд колебаний сегментной балки, получим следующий частотный определитель восьмого порядка:

$$\begin{vmatrix}
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-k^2 & -kC_1 & k^2 & -kC_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \cos k\bar{l}_2 & \sin k\bar{l}_2 & chk\bar{l}_2 & shk\bar{l}_2 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \begin{matrix}-k^2\cos k\bar{l}_2-\\ -kC_2\sin k\bar{l}_2\end{matrix} & \begin{matrix}-k^2\sin k\bar{l}_2+\\ +kC_2\cos k\bar{l}_2\end{matrix} & \begin{matrix}k^2chk\bar{l}_2+\\ +kC_2shk\bar{l}_2\end{matrix} & \begin{matrix}k^2shk\bar{l}_2+\\ +kC_2chk\bar{l}_2\end{matrix} \\
\cos k\bar{l}_1 & \sin k\bar{l}_1 & chk\bar{l}_1 & shk\bar{l}_1 & -1 & 0 & -1 & 0 \\
-\sin k\bar{l}_1 & \cos k\bar{l}_1 & shk\bar{l}_1 & chk\bar{l}_1 & 0 & -1 & 0 & -1 \\
-\cos k\bar{l}_1 & -\sin k\bar{l}_1 & chk\bar{l}_1 & shk\bar{l}_1 & 1 & 0 & -1 & 0 \\
\sin k\bar{l}_1 & -\cos k\bar{l}_1 & shk\bar{l}_1 & chk\bar{l}_1 & 0 & 1 & 0 & -1
\end{vmatrix}=0. \quad (7)$$

Отметим, что в (7) учтены равенства: $\alpha^4=\cos^2(\varphi)+\left(\frac{b}{h}\right)^2\sin^2(\varphi)$, $A_i=b_ih_i$, $\bar{l}_i=\frac{l_i}{L}$, $b_i=h_i$, $C_1=\frac{c_1}{EI_1}$, $C_2=\frac{c_2}{EI_2}$. Составлена программа с применением команд математического пакета Maple, с помощью которой по уравнению (7) при заданных значениях жесткостей пружин на кручение шарнирных опор двухсегментной балки и известных ее физических параметрах определяются частоты поперечных ее колебаний.

Проведенные расчеты показывают, что при увеличении жесткостей пружин на кручение частоты колебаний балки увеличиваются. В таблице, например, даны пять собственных значений задачи (3), (5), соответствующие увеличивающимся значениям коэффициента C_1 (при $C_2=\text{const}$) при параметрах балки: $I_1=I_2=I=0{,}5\cdot10^{-5}$ м^4, $l_1=l_2=0{,}5$ м, $E=2\cdot10^{11}\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$, $b=h=0{,}1$ м.

Зависимость собственных значений k_i $(i=\overline{1,5})$ задачи (3), (5) от коэффициента C_1 (при $C_2=\text{const}$)

C_1	C_2	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
1	1	6,2831	12,5664	18,8496	21,9911	28,2743
1,5	1	6,3157	12,5844	18,8620	22,0019	28,2828
2	1	6,3456	12,6016	18,8740	22,0124	28,2911
2,5	1	6,3731	12,6182	18,8858	22,0226	28,2993
3	1	6,3985	12,6341	18,8972	22,0326	28,3073

Проведенные исследования важны при рассмотрении проблемы сохранения безопасных частот колебаний сегментной балки.

Обратная задача диагностирования жесткостей пружин на кручение опор балки

Смоделируем теперь обратную задачу, а именно задачу акустического определения жесткостей пружин на кручении шарнирных опор балки. Итак, известен конечный набор частот поперечных колебаний сегментной балки, необходимо восстановить жесткости пружин на кручении ее шарнирных опор.

Преобразуем частотное уравнение (7) к следующему виду относительно искомых параметров C_1 и C_2:

$$\Delta(k) = f_1(k)C_1 + f_2(k)C_2 + f_3(k)C_1C_2 + f_4(k) = 0. \quad (8)$$

Введенные в рассмотрение в (8) функции $f_j(k)$ $(j = \overline{1,4})$ зависят от физических параметров балки, а также спектрального параметра k_i $(i = \overline{1,\infty})$ следующим образом:

$$\begin{aligned} f_1(k) = 8k^3(&\cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\cos(k\bar{l}_2) + \sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) + \\ &+\cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) - \cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) + \\ &+\sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) - \sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\cos(k\bar{l}_2) - \\ &-\cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) - \sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2(k) = 8k^3(&\sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) - \sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\cos(k\bar{l}_2) + \\ &+\sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) - \sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) - \\ &-\cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\cos(k\bar{l}_2) + \cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) + \\ &+\cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) - \cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_3(k) = 4k^2(&2\cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\cos(k\bar{l}_2) - 2\cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) + \\ &+sh(k\bar{l}_1)^2ch(k\bar{l}_2)^2 - sh(k\bar{l}_1)^2sh(k\bar{l}_2)^2 - ch(k\bar{l}_1)^2\cos(k\bar{l}_2)^2 + ch(k\bar{l}_1)^2sh(k\bar{l}_2)^2 + \\ &+2\sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) - 2\sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_2)\sin(k\bar{l}_2) - \cos(k\bar{l}_1)^2\cos(k\bar{l}_2)^2 - \\ &-\cos(k\bar{l}_1)^2\sin(k\bar{l}_2)^2 - \cos(k\bar{l}_1)^2\sin(k\bar{l}_2)^2 - \sin(k\bar{l}_1)^2\cos(k\bar{l}_2)^2 - \sin(k\bar{l}_1)^2\sin(k\bar{l}_2)^2); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_4(k) = 16k^4(&\cos(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)ch(k\bar{l}_2) - \sin(k\bar{l}_1)sh(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)ch(k\bar{l}_2) - \\ &-\cos(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\sin(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2) + \sin(k\bar{l}_1)ch(k\bar{l}_1)\cos(k\bar{l}_2)sh(k\bar{l}_2)). \end{aligned} \quad (9)$$

Для исследования вопроса о существовании решения обратной задачи введем в рассмотрение две спектральные задачи L и L' с соответствующими частотными уравнениями $\Delta(k)$ (равенство (7)) и $\overline{\Delta}(k) = f_1(k)\overline{C}_1 + f_2(k)\overline{C}_2 + f_3(k)\overline{C}_1\overline{C}_2 + f_4(k) = 0.$ Отметим, что уравнение $\overline{\Delta}(k)$ имеет те же функции (9), но другие безразмерные коэффициенты $\overline{C}_1$ и $\overline{C}_2$. Сформулируем теперь теорему.

Теорема. Пусть частотные уравнения $\Delta(k)$ и $\overline{\Delta}(k)$ задач L и L' имеют вещественные корни k_i $(i = \overline{1,\infty})$ (а значит, собственные частоты ω_i $(i = \overline{1,\infty})$). Тогда при совпадении k_i $(i = \overline{1,\infty})$ с учетом их кратностей будут совпадать и коэффициенты: $C_1 = \overline{C}_1$, $C_2 = \overline{C}_2$.

Доказательство. Заметим, что частотные уравнения $\Delta(k)$ и $\overline{\Delta}(k)$ являются целыми функциями от параметра k_i $(i = \overline{1,\infty})$. Кроме того, с помощью команд математического пакета можно показать, что $\Delta(k)$ и $\overline{\Delta}(k)$ являются линейно независимыми функциями. Тогда с учетом теоремы Адамара [7] можно утверждать, что ненулевые целые функции $\Delta(k)$ и $\overline{\Delta}(k)$ восстанавливаются по параметру k_i $(i = \overline{1,\infty})$ с точностью до постоянного множителя К: $\Delta(k) - \overline{\Delta}(k) = 0$. В итоге получаем, что $K = 1$, откуда: $C_1 = \overline{C}_1$, $C_2 = \overline{C}_2$. Теорема доказана.

Метод решения обратной задачи

Проведенные исследования по вопросу единственности решения обратной задачи позволяют определять безразмерные коэф-

фициенты C_1 и C_2 (а значит, и жесткости c_1 и c_2 пружин на кручение шарнирных опор балки) единственным образом. Необходимо теперь построить алгоритм решения задачи.

Покажем, что для единственности восстановления искомых параметров достаточно знание первых трех значений собственных частот ω_i поперечных колебаний двухсегментной балки. Для этого с учетом вида частотного уравнения (8) введем дополнительный параметр $D = C_1 C_2$. Тогда при известных значениях k_i $(i = \overline{1,3})$ получим систему уравнений

$$\begin{cases} f_1(k_1)C_1 + f_2(k_1)C_2 + f_3(k_1)D = -f_4(k_1); \\ f_1(k_2)C_1 + f_2(k_2)C_2 + f_3(k_2)D = -f_4(k_2); \\ f_1(k_3)C_1 + f_2(k_3)C_2 + f_3(k_3)D = -f_4(k_3), \end{cases} \quad (10)$$

в которой C_1, C_2 и D неизвестны, а функции $f_j(k)$ $(j = \overline{1,4})$ определяются при k_i $(i = \overline{1,3})$ формулами (9). Решая (10) методом Крамера, получим

$$C_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \; C_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad (11)$$

где

$$\Delta = \begin{vmatrix} f_1(k_1) & f_2(k_1) & f_3(k_1) \\ f_1(k_2) & f_2(k_2) & f_3(k_2) \\ f_1(k_3) & f_2(k_3) & f_3(k_3) \end{vmatrix} \neq 0,$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} -f_4(k_1) & f_2(k_1) & f_3(k_1) \\ -f_4(k_2) & f_2(k_2) & f_3(k_2) \\ -f_4(k_3) & f_2(k_3) & f_3(k_3) \end{vmatrix};$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} f_1(k_1) & -f_4(k_1) & f_3(k_1) \\ f_1(k_2) & -f_4(k_2) & f_3(k_2) \\ f_1(k_3) & -f_4(k_3) & f_3(k_3) \end{vmatrix}. \quad (12)$$

С учетом введенной переменной необходимо проверить также выполнение равенства:

$$\frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{\Delta_1}{\Delta} \cdot \frac{\Delta_2}{\Delta},$$

в котором $\Delta_3 = \begin{vmatrix} f_1(k_1) & f_2(k_1) & -f_4(k_1) \\ f_1(k_2) & f_2(k_2) & -f_4(k_2) \\ f_1(k_3) & f_2(k_3) & -f_4(k_3) \end{vmatrix}$.

Таким образом, найденный алгоритм решения системы уравнений (10) позволяет однозначно восстанавливать искомые коэффициенты C_1, C_2 по аналитическим формулам (11)–(12) при известных трех ненулевых собственных частотах ω_i колебаний двухсегментной балки.

Применение метода рассмотрим на конкретном примере.

Пример. Даны собственные значения $k_1 = 9{,}26658$, $k_2 = 12{,}43919$, $k_3 = 18{,}75845$, соответствующие первым трем частотам колебаний балки ступенчато-переменного сечения, а также физические параметры: $E = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$; $I_1 = I_2 = I = 0{,}5 \cdot 10^{-5}$ м^4; $l_1 = l_2 = 0{,}5$ м; $b = h = 0{,}1$ м. Найти коэффициенты жесткости c_1 и c_2 пружин на кручение шарнирных опор балки. Подставляя значения k_1, k_2, k_3, а также заданные физические параметры в (9), получим

$$f_1(k_1) = -0{,}3855 \cdot 10^8;$$
$$f_2(k_1) = 0{,}2795 \cdot 10^8;$$
$$f_3(k_1) = -572429{,}293;$$
$$f_4(k_1) = -0{,}9831 \cdot 10^8;$$

$$f_1(k_2) = 0{,}2175 \cdot 10^{10};$$
$$f_2(k_2) = -0{,}1682 \cdot 10^{10};$$
$$f_3(k_2) = 0{,}1982 \cdot 10^8;$$
$$f_4(k_2) = 0{,}6135 \cdot 10^{10};$$

$$f_1(k_3) = 0{,}4023 \cdot 10^{13};$$
$$f_2(k_3) = -0{,}3349 \cdot 10^{13};$$
$$f_3(k_3) = 0{,}1795 \cdot 10^{11};$$
$$f_4(k_3) = 0{,}1263 \cdot 10^{14}.$$

Далее по формулам (10), (11) имеем: $\Delta = 0{,}3876 \cdot 10^{26}$; $\Delta_1 = 0{,}3876 \cdot 10^{26}$; $\Delta_2 = 0{,}1938 \cdot 10^{27}$. Тогда определяем следующие безразмерные параметры: $C_1 = 1$; $C_2 = 5$, через которые находим значения коэффициентов жесткостей опор балки: $c_1 = 1 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, $c_2 = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Заключение

В работе была исследована и решена прямая задача определения поперечных колебаний балки из двух сегментов при шарнирных опорах с пружинами кручения различной жесткости. Исследовано влияние на собственные частоты колебаний сегментной балки коэффициентов жесткостей ее опор и установлена прямая зависимость при любых ее других физических параметрах. Приведена постановка обратной спектральной задачи, исследован вопрос существования и единственности ее решения. Алгоритм решения обратной задачи сведен к введению новой переменной с последующим решением системы трех линейных

уравнений относительно искомых параметров. Получены математические модели для определения коэффициентов жесткости шарнирных опор сегментной балки единственным образом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Башкортостан в рамках научного проекта № 17-41-020230-р_а.

Список литературы

1. Бабанов В.В. Строительная механика: В 2 т. Т. 1. М.: Academia, 2017. 256 с.

2. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009. 458 с.

3. Ватульян А.О., Беляк О.А., Сухов Д.Ю., Явруян О.В. Обратные и некорректные задачи: учебник. Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета, 2011. 232 с.

4. Юрко В.А. Введение в теорию обратных спектральных задач. М.: Физматлит, 2007. 384 с.

5. Ахтямов А.М. Теория идентификации краевых условий и ее приложения. М.: Физматлит. 2009. 272 с.

6. Сафина Г.Ф. Метод определения характеристик тонкостенной круговой цилиндрической оболочки // Фундаментальные исследования. 2017. № 3. С. 72–76.

7. Головина Л.И. Линейная алгебра и некоторые ее приложения: учебное пособие для вузов. М.: Альянс, 2016. 392 с.

УДК 625.7/.8

КОМПЛЕКС «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА» КАК ДВУХУРОВНЕВАЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Абасов М.А., Тихомиров П.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, e-mail: elenabok@mail.ru

В работе предлагается рассматривать комплекс «водитель – автомобиль – дорога – среда» с позиции системного анализа, дается определение понятию «среда». Исследованию функционирования комплекса и отдельных его систем посвящено большое количество работ, в которых дано подробное описание степени влияния транспортных потоков, условий внешней среды и порядка движения транспорта на эффективность деятельности лесовозного транспорта, организацию и безопасность дорожного движения. В большинстве указанных работ рассматривается комплекс «водитель – автомобиль – дорога», в некоторых из них обращается внимание на необходимость учета влияния внешних факторов. Для достижения поставленной цели необходимы глубокие исследования внутренних взаимодействий систем комплекса ВАДС и их закономерностей, на основании чего можно разработать систему управляющих взаимодействий, оценить их эффективность и выбрать наиболее целесообразные. Проектирование оптимальной трассы лесной автомобильной дороги в пространстве представляет собой сложную проблему. Исследования, проведенные в этой области в нашей стране и за рубежом, вносят значительный вклад в развитие данного направления. Вместе с тем анализ этих работ показал, что предлагаемые методы, основанные в большинстве своем на идеях динамического программирования, либо трудно реализуемы при текущем состоянии вычислительной техники, либо из-за значительных упрощений могут быть использованы лишь на этапе предварительного трассирования для выбора направления проектируемой лесной автомобильной дороги.

Ключевые слова: комплекс «водитель – автомобиль – дорога – среда», транспортные потоки, информационная инфраструктура, дорожная сеть

COMPLEX «DRIVER – CAR – ROAD – WEDNESDAY» AS A TWO-LEVEL DECENTRALIZED SERVICE SYSTEM

Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Abasov M.A., Tikhomirov P.V.

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: elenabok@mail.ru

In this paper, it is proposed to consider the «driver – car – road – wednesday» complex from the position of system analysis, the definition of the term «environment» is given. The study of the functioning of the complex and its individual systems is devoted to a large number of works in which a detailed description of the degree of influence of traffic flows, environmental conditions and the order of traffic on the performance of timber transport, organization and safety of road traffic is given. In most of these works, the «driver-car-road» complex is considered, some of them draw attention to the need to take into account the influence of external factors. To achieve this goal, it is necessary to thoroughly study the internal interactions of the systems of the complex of the high-voltage interaction control system and their regularities, on the basis of which it is possible to develop a system of control interactions, evaluate their effectiveness and choose the most appropriate ones. Designing the optimal route of a forest highway in space is a complex problem. Studies conducted in this area in our country and abroad make a significant contribution to the development of this area. At the same time, the analysis of these works showed that the proposed methods, mostly based on the ideas of dynamic programming, are either difficult to implement with the current state of computing, or due to considerable simplifications, can only be used at the preliminary tracing stage to select the direction of the forest design. auto-mobile road.

Keywords: complex «driver – car – road – environment», traffic flows, information infrastructure, road network

На основе анализа задачи проектирования трассы с учетом опыта использования метода аппроксимации последовательности точек [1] выявлена принципиальная возможность применения нелинейного программирования для оптимизации трассы, заданной в соответствии с определенными требованиями зоне варьирования. Наибольшую трудность представляет собой выбор трассы лесной автомобильной дороги в горной и пересеченной местности. В этих условиях, при существующей технологии проектирования (путем перебора ограниченного числа вариантов в плане), не может быть гарантировано нахождение наилучшего решения. Поэтому именно в таких случаях наибольший практический интерес представляет применение математических методов для поиска оптимального положения трассы лесной автомобильной дороги. Вместе с тем именно в горной местности довольно часто встречаются участки, трассируемые с предельно допустимым продольным уклоном (напряженные хода), где оптимизация трассы может выполняться при неизменном продольном профиле. Применительно к этим условиям разработаны методы проектирования оптимальной трас-

сы, представленные в настоящей статье. Предложенные методы могут применяться также на косогорных участках. Проектирование трассы в пространстве в таких случаях предусматривается выполнять в несколько этапов путем оптимизации в плане при фиксированном профиле с последующей корректировкой профиля и повторением оптимизации в плане.

Цель исследования: исследование вопросов управления дорожным движением и погодно-климатических факторов, влияющих на режим движения на автомобильных дорогах.

Объект исследования: автомобильные дороги.

Методы исследования: методы системного анализа.

При решении оптимизационных задач с применением методов нелинейного программирования очень важное значение имеет характер целевой функции. Для сложных целевых функций целесообразно выполнять оптимизацию на основе математических моделей [2], которые адекватно учитывают наиболее существенные факторы, влияющие на выбор положения трассы, и неизбежно допускают приемлемые для реализации модели, выполнено исследование структуры критерия оптимальности.

За критерий оптимальности при выборе трассы лесной автомобильной дороги принимают суммарные приведенные затраты $P_{\text{пр}}$ [3–6].

$$P_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{Н}}}{E_{Hn}} \times K_{\text{пр}} + \sum_{t=1}^{t_c} \frac{C_t}{(1+E_{Hn})^t}, \qquad (1)$$

где $K_{\text{пр}}$ – приведенная к одному моменту величина единовременных затрат; C_t – текущие затраты в год; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности для уравнения вариантов; E_{Hn} – нормативный коэффициент для приведения разновременных затрат; t_c – срок службы.

Структура критерия оптимальности

Наименование фактора	Обозначение	Содержание в %	
		$P_{\text{пр}}$	$K_{\text{с}}$
Единовременные затраты			
Освоение территории	$K_{\text{п}}$	0,4	2,7
Переустройство коммуникаций	$K_{\text{к}}$	0,1	0,3
Земляные работы	$K_{\text{эр}}$		
в том числе:			
а) не зависящие от продольного распределения земляных масс	$K_{\text{зн}}$	2,06	16,4
б) зависящие от продольного распределения земляных масс	$K_{\text{зз}}$	1,2	8,1
в) устройство верхней части землеполотна	$K_{\text{зв}}$	0,2	0,6
г) укрепительные работы	$K_{\text{зу}}$	0,3	2,0
д) дренажи	$K_{\text{зд}}$	0,02	0,1
е) подпорные и одевающие станки	$K_{\text{зс}}$	0,02	0,1
Дорожная одежда	$K_{\text{до}}$	3,4	24,3
Водопропускные трубы	$K_{\text{т}}$	0,7	5,1
Мосты и путепроводы	$K_{\text{м}}$	1,3	9,3
Пересечения и примыкания	$K_{\text{пп}}$	0,4	3,1
Обстановка и принадлежности дороги	$K_{\text{оп}}$	0,3	2,2
Капитальный ремонт	$K_{\text{кр пр}}$	1,4	–
Капитальные вложения в автомобильный транспорт	$K_{\text{пс пр}}$	4,0	–
Потери от изъятия земель	$K_{\text{зем}}$	0,6	–
Текущие затраты			
Текущий ремонт и содержание	$C^{\text{де}}$	8,2	–
Средний ремонт	$C^{\text{дп}}$		
Транспортно-эксплуатационные расходы	$C^{\text{пер}}$	70,5	–
Потери, связанные с затратами времени пассажиров	$C^{\text{в}}$		
Потери от ДТП	$C^{\text{п}}$	4,9	–

Если единовременные затраты являются одноэтапными, а текущие растут по одному закону (линейному или по сложным процентам) в течение всего срока службы, то величина суммарных приведенных затрат определяется по формуле

$$P_{пр} = K + \frac{C}{E_H}, \qquad (2)$$

где K – единовременные затраты; C – величина текущих годовых затрат расчетного года эксплуатации.

Затраты, не зависящие от положения трассы в заданной полосе варьирования, могут не учитываться в процессе оптимизации. Поэтому такие составляющие критерия подробно не рассматриваются.

В целях установления значимости различных составляющих критерия оптимальности, влияющих на выбор положения трассы, приведен анализ проектов. По объектам, расположенным в пересеченной и горной местности, установлено процентное содержание составляющих критерия от величины критерия оптимальности $Р_{пр}$ и от стоимости строительства $К_с$ (таблица).

Исследование структуры критерия (2) показало, что основные его затраты можно систематизировать в 4 вида:

$К_1$ – затраты пропорциональные длине трассы в пределах определенного участка (1-й вид);

$К_2$ – затраты по сосредоточенным объектам (2-й вид);

$К_3$ – затраты с линейно изменяющимися в пределах определенного участка удельными затратами на 1 п.м дороги (3-й вид);

$К_4$ – прочие затраты (4-й вид).

Тогда

$$P_{пр} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4. \qquad (3)$$

Затраты на подготовительные работы

Из подготовительных работ от положения трассы зависят затраты на освоение территории K_n (включая отвод земель, рубку леса, корчевку пней и возмещение расходов на освоение земель взамен отводимых) и затраты по переустройству коммуникаций – $К_к$

$$K_n = \sum_{i=1}^{I} F_{33i} U_{nbi}, \qquad (4)$$

где U_{nbi} – удельные затраты на освоение единицы площади занимаемых земель i-го типа угодий;

F_{33i} – площадь занимаемых земель i-го типа угодий.

Формула (4) может быть преобразована к виду

$$K_n = \sum_{i=1}^{I-1} \frac{(B_{0i} \times U_{nbi} + B_{0(i+1)} \times U_{nb(i+1)}}{2} \times$$

$$\times L_i = \sum_{i=1}^{I-1} (U_{ni} + U_{n(i+1)} \frac{L_i}{2}, \qquad (5)$$

где L_i – длина i-го участка оптимизируемой трассы; B_{0i} – ширина полосы отвода в i-м сечении; U_{ni} – удельные затраты на освоение на 1 п.м дороги в i-м сечении; K_n – относится к 3-му виду затрат.

Для некоторого участка зависимости $U_{ni} = f(Z_i)$, в пределах которого поверхность земли может быть принята с постоянным уклоном m_z и тип проектного поперечного профиля земляного полотна не меняется, имеем

$$B_{0i} = B_{z1} + \frac{(Cm_1 - B_1 m_1 - Z_i m_1)}{m_z - m_1} + B_1 +$$

$$+ B_2 + \frac{B_2 m_2 - Cm_2 + Z_i m_2}{m_z - m_2} + B_{z2}. \qquad (6)$$

После преобразований:

$$U_{ni} = B_n \times Z_i + C_n, \text{ где } B_n, C_n - \text{const}. \qquad (7)$$

В общем случае зависимость $U_{ni} = f(Z_i)$ является кусочно-линейной с разными, обусловленными переломами поперечного профиля земли и изменением типов проектных поперечных профилей.

Затраты на переустройство коммуникаций $К_к$ относятся ко 2-му виду:

$$K_k = \sum_{i=1}^{I} U_{ki} = \sum_{i=1}^{I} L_{ki} \times U_{kLi}, \qquad (8)$$

где U_{ki} – затраты на переустройство коммуникаций в i-м сечении; L_{ki} – длина переустройства i-й коммуникации; U_{kLi} – удельная стоимость переустройства i-й коммуникации. Отсюда следует:

$$L_{ki} = \frac{B_0 \sqrt{1 + m_2^2}}{m_2}. \qquad (9)$$

После преобразований с подстановкой значений B_{0i} на (6) получим

$$U_k = B_k \times Z_i + C_k, \text{ где } B_k, C_k - \text{const}. \qquad (10)$$

В некоторых случаях $U_k = f(Z_i)$ имеет более сложный характер, но она может быть аппроксимирована кусочно-параболической зависимостью.

Затраты на сооружение земляного полотна

Затраты на сооружение земляного полотна составляют в среднем 3,8 % от величины критерия. Однако учет их при оптимизации трассы связан со значительными трудностями, обусловленными многообразием факторов, определяющих стоимость земляного полотна. Основными из этих факторов являются влияние геологической структуры на конструкцию земляного полотна и на стоимость разработки грунта, учет распределения земляных масс, обеспечение устойчивости и др.

В целях повышения точности учета затрат на сооружение земляного полотна при оптимизации целесообразно разделить их на шесть составляющих (таблица).

Затраты $К_{зн}$ относятся к третьему виду и включают:

– стоимость разработки грунта в выемке;

– стоимость транспортировки в кавальер грунта выемки, непригодного для возведения насыпи;

– затраты по поперечному перемещению грунта из выемки в насыпь;

– затраты на сопутствующие работы.

$$K_{зн} = \sum_{i=1}^{I-1} \left(U_{знi} + U_{зн\,(i+1)}\right)\frac{L_i}{2}, \qquad (11)$$

где $U_{зн\,i}$ – затраты на выполнение земляных работ, не зависящие от продольного распределения, на 1 п.м дороги в i-м сечении.

$$U_{зн\,i} = \sum_{k=1}^{K} F_{ik} \times U_{ik} + F_{ki} \times U_{ki} +$$

$$+ F_{pi} \times U_{pi} + \left(\sum_{k=1}^{K} F_{ik} + F_{Hi}\right) \times U_{ci}, \qquad (12)$$

где F_{ik} – площадь грунта выемки k-й группы по сложности разработки в i-м поперечном сечении; U_{ik} – стоимость разработки 1 м^3 грунта k-й группы; K – число групп грунтов в i-м сечении; F_{ki} – площадь грунта выемки, не пригодного для возведения насыпи.

$$F_{ki} = \sum_{k=1}^{K} (F_{ik} \times P_{ki}),$$

где P_{ki} – доля грунта k-й группы, не пригодного в насыпь; U_{ki} – стоимость перемещения непригодного грунта выемки в кавальер; F_{pi} – площадь грунта выемки, перемещаемого поперечной возкой в насыпь

$$(F_{pi} = \min\{F_{ВПi}; F_{Hi}\}, \text{ где } F_{ВПi} = \sum_{k=1}^{K}\left[F_{ik} \times \left(1 - P_{ki}\right)\right],$$

U_{pi} – стоимость поперечного перемещения 1 м^3 грунта из выемки в насыпь; F_{Hi} – площадь насыпи в i-м поперечном сечении; U_{ci} – удельные затраты на сопутствующие земляные работы на 1 м^3 профильного объема.

Стоимость разработки грунта в выемке определяют с учетом фактических объемов земляных работ для различных групп грунтов по сложности разработки с соответствующими им единичными стоимостями разработки. Это особенно важно при проектировании в горной местности в скальных грунтах.

Объем грунта в выемках определяется с учетом при необходимости замены слабого грунта и устройства уступов на косогорах. На заболоченных участках, в случае когда предусматривается выторфовывание, объемы работ по выторфовыванию входят в состав F_{ki}, а в F_{Hi} учитывается замена грунта после выторфовывания.

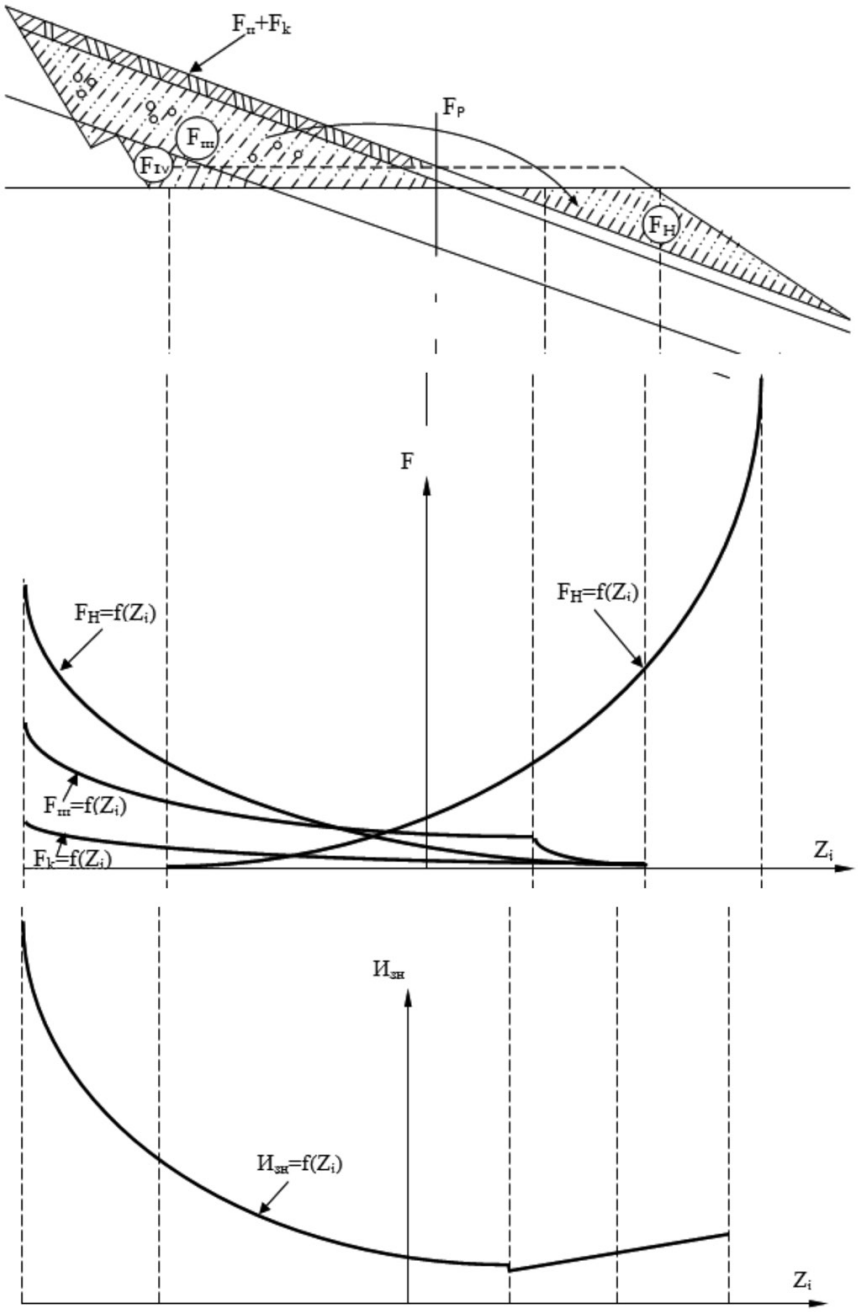
Коэффициенты уплотнения грунта, во избежание нагромождения формул, учтены в соответствующих объемах работ или площадях поперечных сечений.

В формуле (12) U_{ik}, U_{ki}, U_{pi}, U_{ci} – const для i-го сечения, поэтому зависимость $U_{зн\,i} = f(Z_i)$ с учетом того, что площади F_{ik}, F_{ki}, F_{pi}, F_{Hi} состоят из трапеций и треугольников, является кусочно-квадратичной (рисунок).

Основными составляющими затрат, зависящих от распределения земляных масс, $К_{зз}$, являются затраты: по перемещению пригодного грунта из выемки в насыпь; по перемещению пригодного грунта выемки в кавальер, в случае его избыточности или экономической целесообразности использования в насыпь по сравнению с разработкой и транспортировкой в насыпь грунта из резерва; по разработке и перемещению грунта из резерва в насыпь.

В общем случае $К_{зз}$ не может быть получена последовательным суммированием затрат по участкам. Учет данной составляющей критерия при оптимизации трассы вызывает значительные трудности и неизбежно связан с необходимостью упрощений. Для оценки возникающей погрешности $К_{зз}$ выделено в отдельную составляющую критерия. Учитывая, что эти затраты в среднем не превышают 1,2 % величины критерия, допущенные упрощения мало влияют на получаемое решение.

Рассмотрены несколько возможных способов определения $К_{зз}$ с учетом опыта разработки и применения подсистемы проектирования оптимального продольного профиля [7–9].



Формирование модели $U_{зн}$

В программе, реализующей предлагаемый метод оптимизации трассы в плане, $К_{зз}$ учитывается наиболее простым способом, который заключается в том, что единичные приведенные стоимости земляных работ в насыпи U_{ni} или выемке U_{Bi} определяются на основе распределения земляных масс, выполняемого по базовому варианту. Поиск оптимальной трассы осуществляется в пределах подмножества возможных вариантов, отвечающих принятой в данном случае схеме распределения и способами производства работ.

Затраты $К_{зз}$ в этом случае могут быть определены по формуле

$$K_{зз} = \sum_{i=1}^{I-1} \left(U_{зз\,i} + U_{зз\,(i+1)} \right) \frac{L_i}{2}, \qquad (13)$$

где $U_{зз\,i}$ – удельные затраты на 1 п.м дороги в i-м сечении по производству земляных работ, зависящих от распределения.

$$U_{\text{зз}\,i} = F_{\text{ВПО}\,i} \times U_{Bi}, \text{ если } Z_i < Z_{0i},$$

$$U_{\text{зз}\,i} = F_{\text{НО}\,i} \times U_{Hi}, \text{ если } Z_{0i} \le Z_i,$$

где $F_{\text{ВПО}\,i}$ – оставшаяся после выделения F_{pi} часть пригодного грунта, которая может быть использована в насыпь путем продольного перемещения. Она составит

$$F_{\text{ВПО}\,i} = 0, \text{ если } F_{\text{ВП}\,i} \le F_{Hi},$$

$$F_{\text{ВПО}\,i} = F_{\text{ВП}\,i} - F_{Hi}, \text{ если } F_{Hi} < F_{\text{ВП}\,i},$$

$F_{\text{Н0}\,i}$ – оставшаяся после выделения часть насыпи.

$$F_{\text{Н0}\,i} = 0, \text{ если } F_{Hi} \le F_{\text{ВП}\,i},$$

$$F_{\text{Н0}\,i} = F_{Hi} - F_{\text{ВП}\,i}, \text{ если } F_{\text{ВП}\,i} \le F_{Hi},$$

где Z_{0i} – граничное значение Z_i, разделяющее зависимость $U_{\text{зз}\,i} = f(Z_i)$ на области избыточности объемов насыпи или выемки.

Единичные стоимости U_{Yi} и U_{Bi} могут уточняться при оптимизации в несколько этапов.

Так как U_{Hi} и U_{Bi} принимаются постоянными на определенном этапе оптимизации трассы, то зависимость $U_{\text{зз}\,i} = f(Z_i)$ является кусочно-квадратичной по тем же причинам, что и $U_{\text{зз}\,i} = f(Z_i)$, а затраты $К_{\text{зз}}$ при рассмотренном способе их определения относятся к третьему виду. В общем случае $К_{\text{зз}}$ относятся к прочим затратам $К_4$.

В работах [10–12] предложен другой способ учета распределения земляных масс для решения задачи оптимизации продольного профиля. Он состоит из следующих этапов:

1. На основе проектной линии, полученной на ЭВМ без учета распределения земляных масс и способов производства работ (например, по некоторым средним единичным стоимостям), на каждом участке профиля назначаются два принципиально различных варианта: вариант А – сооружение насыпей только из грунта выемок и при необходимости разработка излишнего (или непригодного) грунта выемок в кавальер; вариант Б – использование не только всего пригодного грунта выемок, но и резервов (кавальеров).

2. Задание соответствующих вариантам А и Б единичных стоимостей и неравенств относительно объемов насыпей $V_{\text{Н}}$ и выемок $V_{\text{В}}$, определяющих каждый из вариантов.

3. Поиск такой проектной линии, которая оптимальна для всего проектируемого участка в целом с одновременной фиксацией варианта распределения земляных масс (А и Б). Если возможен только один из этих вариантов, то должна быть получена соответствующая ему проектная линия.

4. Выбор оптимального варианта распределения земляных масс и способов производства работ для полученной проектной линии и определение соответствующих единичных стоимостей.

5. Уточнение границ участков, сооружаемых продольными перемещениями грунта (т.е. фиксация области A_i), и расчет оптимального варианта проектной линии, для которого сохраняет свое значение оптимальный вариант распределения земляных масс и способов производства работ.

Если оказывается, что полученная проектная линия соответствует внутренней точке области A_i, т.е. повторная оптимизация распределения земляных масс не приводит к изменению транспортных связей и способов производства работ, то процесс оптимизация считается законченным.

В противном случае, т.е. при изменении границ участков сооружаемых совместно насыпей и выемок, необходимо продолжить расчеты до тех пор, пока распределение земляных масс по полученной проектной линии не будет отличаться (в смысле транспортных связей) от того распределения, которое имели в виду в процессе ее получения.

Данный способ определения $К_{\text{зз}}$ по сравнению с ранее рассмотренным, позволяет сократить число этапов оптимизации, но приводит к необходимости увеличения требуемой оперативной памяти и времени счета для решения задачи.

Затраты на устройство верхней части земляного полотна $К_{\text{зв}}$ в большинстве случаев относятся к 1-му виду и определяют по формуле

$$K_{\text{зв}} = \sum_{i=1}^{I-1} L_i \times U_{\text{зв}\,i}, \qquad (14)$$

где $U_{\text{зв}\,i}$ – удельные затраты на 1 п.м дороги по устройству верхней части земляного полотна из резерва или выемки – резерва.

$$U_{\text{зв}\,i} = F_{\text{зв}\,i} \times U_{\text{РН}\,i} = \text{const}.$$

где $F_{\text{зв}\,i}$ – средняя площадь верхней части земляного полотна на i-м участке;
$U_{\text{РН}\,i}$ – стоимость разработки 1 м^3 грунта в резерве или в выемке-резерве и транспортировке в насыпь на i-й участок.

Кроме собственно земляных работ, в стоимость земляного полотна входят затраты на устройство укрепления $К_{\text{зу}}$, дренажей $К_{\text{здр}}$, подпорных и одевающих стенок $К_{\text{зс}}$ и др.

$$K_{\text{зу}} = \sum_{i=1}^{I-1} \left(U_{\text{зу}\,i} + U_{\text{зу}\,(i+1)}\right) \frac{L_i}{2}, \qquad (15)$$

где $U_{\text{зу}\,i}$ – удельные затраты на укрепительные работы 1 п.м дороги в i-м усечении.

$$U_{\text{зу }i} = \sum_{j=1}^{J} B_{\text{зу }ij} \times U_{\text{зуп }j},$$

где $U_{\text{зуп }j}$ – стоимость 1 м^2 укрепительных работ j-го типа; $B_{\text{зу }ij}$ – длина участка откоса в i-м поперечном сечении с укреплением j-го типа; $K_{\text{зу}}$ – относится к третьему виду затрат, а зависимость $U_{\text{зу }i} = f(Z_i)$ аналогично $U_{ni} = f(Z_i)$ является кусочно-линейной с разрывами, обусловленными переломами рельефа, изменениями типа поперечного профиля и типа укрепления.

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^{I-1} L_i \times U_{\text{зд }i}, \qquad (16)$$

где $U_{\text{зд }i}$ – затраты на 1 п.м дороги по устройству дренажей на i-м участке, разбивке на участки производится так, чтобы $U_{\text{зд }i} = \text{const}$, следовательно, $К_{\text{зд}}$ относится к 1-му виду затрат. Затраты на устройство подпорных и одевающих стенок $К_{\text{зс}}$ относятся к третьему виду

$$K_{\text{зс}} = \sum_{i=1}^{I-1} \left(U_{\text{зс }i} + U_{\text{зс }(i+1)}\right) \times \frac{L_i}{2}, \qquad (17)$$

где $U_{\text{зс }i}$ – стоимость устройства подпорных и одевающих стенок на 1 п.м дороги в i-м сечении.

Анализ конструкций подпорных стенок, предусмотренных [13–15], показал, что $U_{\text{зс }i}$ на участках устройства стенок может быть представлена кусочно-квадратичными зависимостями.

Выводы

При достаточном уровне исходной информации о составляющих комплекса «водитель – автомобиль – дорога – среда» и распределении и влиянии каждого из элементов друг на друга будет устранена проблема теоретического и практического характера. В данной работе для решения задачи оценки эффективности мероприятий по повышению технического уровня содержания конкретной дороги или ее участка, а также для сравнения вариантов этих мероприятий приведены предпосылки. Чтобы эта задача являлась оптимальной, она должна решаться на стадии проектирования дорог в указанной последовательности. В целях решения поставленной задачи в настоящей работе проделано следующее: выполнены исследования структуры критерия оптимальности и на основе этого разработаны математические модели критерия; проведены исследования характера ограничений и приняты модели ограничений, с достаточной точностью отражающие требования к геометрическим характеристикам и положению трассы в плане; осуществлена математическая постановка задачи оптимизации трассы в плане и рассмотрены возможные методы ее решения; разработана методика проектирования оптимальной трассы в плане с применением предложенных методов.

Таков путь определения технико-экономической эффективности мероприятий по улучшению взаимодействия комплекса ВАДС, его подсистем, путь эффективного управления транспортно-эксплуатационными характеристиками лесовозных автомобильных дорог с учетом различия климата и погоды по регионам лесозаготовок страны при проектировании.

Список литературы

1. Belyaev A.N., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. T. 726. P. 654–667.

2. Быстрянцев Е.В., Логойда В.С. Методика определения рациональных параметров информационного обеспечения автомобильного транспорта // Автоматизация. Современные технологии ежемесячный межотраслевой научно-технический журнал. 2017. Т. 71. № 08. С. 381–384.

3. Levushkin D.M., Mogutnov R.V., Skrypnikov A.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server. Journal of Physics: Conference Series. 2018. T. 1015. P. 032069.

4. Dorokhin S.V., Kozlov V.G. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. No. 2. P. 511–515.

5. Умаров М.М., Микова Е.Ю. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (262). С. 58–69.

6. Чирков Е.В., Поставничий С.А. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117–127.

7. Gulevsky V.A., Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. P. 042056.

8. Курьянов В.К., Морковин В.А. Модель режимов движения транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 2 (338). С. 61–67.

9. Самцов В.В., Абасов М.А. Методы нелинейного программирования, используемые при проектировании трассы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. № 225. С. 131–143.

10. Умаров М.М., Арутюнян А.Ю. Анализ методов оценки надежности сложных технических комплексов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса. Воронеж, ВГУИТ. 2015. С. 76–81.

11. Скрыпников А.В. Теоретические основы и методы организации и управления дорожным движением // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 1. С. 14–18.

12. Ryabova O.V., Ngoc N.Ph. Development of a strategy of the maintenance of transportation facilities taking into account the climatic conditions of Vietnam. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2017. № 1 (33). P. 48–60.

13. Карпачёв С.П., Запруднов В.И., Шмырев В.И., Шмырев Д.В., Камусин А.А., Редькин А.К. Технологические схемы освоения биоресурсов леса с использованием мягких контейнеров / // Техника и оборудование для села. 2017. № 1. С. 43–46.

14. Чернышова Е.В. Методы формирования цифровой модели местности при трассировании лесовозных автомобильных дорог // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 3 (35). С. 143–148.

15. Ширинкин Н.В., Стукалов Р.В. Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4 (66). С. 93–98.

УДК 004.415.538:336.717

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ НОТИФИКАЦИИ

[1,4]Черников Б.В., [2,3]Соломатникова А.А., [4]Борисова Е.А.

[1]ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, e-mail: bor-cher@yandex.ru;

[2]НИУ «Московский институт электронной техники», Москва, e-mail: Solom.Alesya@yandex.ru;

[3]ООО «Аплана», Москва;

[4]Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: lb20062006@yandex.ru

Экономическое и социальное развитие общества увеличивает роль банков в жизни человека. Количество услуг, предоставляемых банками, растет ежегодно. Вместе с ростом услуг растет и количество клиентов банка, которых привлекают те или иные услуги. Одной из таких услуг является система нотификации, которая предоставляется общебанковским сервисом рассылки сообщений клиентам банка по различным каналам связи. Основная проблема роста количества услуг, предоставляемых банком, заключается в необходимости постоянной доработки и улучшения системы оповещения клиентов. Второй проблемой, которая вытекает из первой, является повышение нагрузки на серверное и сетевое оборудование в связи с постоянным увеличением количества пользователей, что может в итоге привести к сбоям в работе системы, падению производительности и, как следствие, репутационным потерям банка. Таким образом, обеспечение стабильной работы системы при росте количества клиентов является необходимостью. Решить эту проблему может позволить нагрузочное тестирование банковской системы нотификации. Однако перед нагрузочным тестированием необходимо провести большой объем подготовительных операций. Анализ различных параметров, сбор информации о системе, создание методики тестирования и тестового контура – вот лишь небольшой список тех приготовлений, которые проводятся перед началом тестирования. Данная статья является вводной в рамках научного исследования, которое будет посвящено разработке методики и алгоритмов нагрузочного тестирования, что позволит уменьшить объем выполняемых перед тестированием операций и систематизировать их.

Ключевые слова: банковская система нотификации, нагрузочное тестирование, тестовый контур, методика тестирования

METHODICAL FOUNDATIONS OF LOAD TESTING OF THE BANKING NOTIFICATION SYSTEM

[1,4]Chernikov B.V., [2,3]Solomatnikova A.A., [4]Borisova E.A.

[1]LLC «Gazprom VNIIGAZ», Moscow, e-mail: bor-cher@yandex.ru;

[2]Moscow Institute of Electronic Technology, Moscow, e-mail: Solom.Alesya@yandex.ru;

[3]LLC «Aplana», Moscow;

[4]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow

Economic and social development of society increases the role of banks in human life. The number of services provided by banks is growing annually. Along with the growth of services, the number of bank customers who are attracted by certain services is growing. One of such services is the notification system, which is provided by the general bank service of sending messages to bank customers through various communication channels. The main problem of the growth in the number of services provided by the bank is the need to constantly refine and improve the customer notification system. The second problem that arises from the first one is an increase in the load on the server and network equipment due to the constant increase in the number of users, which may eventually lead to system malfunctions, performance drops, and, as a result, bank loss of reputation. Thus, ensuring the stable operation of the system with an increase in the number of customers is a necessity. Load testing of the notification banking system can allow solving this problem. However, before load testing it is necessary to conduct a large amount of preparatory operations. The analysis of various parameters, the collection of information about the system, the creation of a test procedure and a test circuit are just a small list of those preparations that are carried out before testing. This article is an introductory part of a scientific study, which will be devoted to the development of methods and algorithms for load testing, which will reduce the amount of operations performed before testing and systematize them.

Keywords: banking notification system, load testing, test circuit, testing methodology

В процессе экономического развития современного общества и в повседневной жизни людей все более значительной становится роль банков. Эта роль определяется комплексом услуг, которые предоставляют банки населению. С каждым годом услуг становится все больше, появляются новые банки и для привлечения клиентов каждый из них старается расширить спектр предлагаемых услуг. В зависимости от индивидуальных потребностей каждого человека его привлекают те или иные факторы.

У каждого банка имеется свой алгоритм, при помощи которого он оказывает определенные услуги, как для привлечения новых клиентов, так и для того, чтобы клиенты остались с ним, а не перешли к конкурентам. И чем больше услуг представляет банк, тем значительнее его роль в жизни людей. Не меньшее значение имеет и уро-

вень информатизации банка, поскольку именно процессы информатизации обеспечивают скорость и удобство предоставления услуг клиентам. Одной из таких услуг, которые предоставляют банки, является система нотификации. Система нотификации предоставляется общебанковским сервисом рассылки сообщений клиентам банка по различным каналам. Посредством банковской системы нотификации клиентам рассылаются сообщения о любых операциях с балансом счетов, которые принадлежат клиенту, о новых услугах и возможностях, предоставляемых банком, о новостях банка; также пользователи оповещаются с помощью уведомлений о необходимости выполнения той или иной запланированной денежной операции, таких как автоплатеж, погашение задолженностей и т.п.

Основной проблемой увеличения количества предоставляемых банками услуг является необходимость постоянного совершенствования системы оповещения клиентов посредством различных каналов связи [1]. Связано это как с тем, что банки постоянно конкурируют в стремлении улучшить свой функционал и добавить новые возможности в систему банковской нотификации, так и с тем, что техническое развитие в мире тоже не стоит на месте, появляются новые устройства, приспособления и возможности. Если их не учитывать, то пользователи, которые следят за новинками в мире техники и используют их, просто не захотят пользоваться устаревшими технологиями. Поэтому для качественной, быстрой и удобной доставки сообщений и уведомлений каждый банк выбирает свои системы, протоколы и интерфейс, с которыми он работает, учитывая мнение и ожидания пользователей. Доставляемый клиентам контент тоже может быть различных типов: это могут быть текстовые и голосовые сообщения, графические рассылки или мультимедийные сообщения, которые принимают форму SMS (Short Message Service), MMS (Multimedia Messaging Service), факсов (например, система получает электронное письмо и отправляет его как факс), звонки (в том числе и с интерактивным меню, синтезом и распознаванием речи), электронная почта, системы обмена мгновенными сообщениями через интернет (Telegram, WhatsApp, Viber и другие). Кроме того, при передаче могут применяться комбинации различных способов, что в свою очередь требует комбинации каналов обработки нотификационных сообщений на приемной стороне. Все это требует постоянного обновления систем, как на уровне добавления новых функций, так и замены целых блоков программ на новые.

В работе [2] компания Dell EMC объявляет результаты исследования ESG 2017 IT Transformation Maturity Curve, проведенного аналитической компанией Enterprise Strategy Group (ESG): «В ходе опроса руководителей одной тысячи организаций из разных стран выявлено четыре этапа зрелости, достигнутой ими в области трансформации информационных технологий (ИТ):

– этап 1 – «Отстающие» (12 %). Организации на данном этапе отстают по многим, если не по всем, результатам оценки ИТ-трансформации в исследовании ESG;

– этап 2 – «Начинающие» (42 %). Организации демонстрируют прогресс в области ИТ-трансформации, но с минимальным внедрением современных технологий центров обработки данных;

– этап 3 – «Развивающиеся» (41 %). Организации демонстрируют приверженность трансформации ИТ и показывают средний уровень развертывания современных технологий центров обработки данных и методов доставки ИТ-услуг;

– этап 4 – «Трансформированные» (5 %). Наиболее продвинутые организации в области ИТ-трансформации.

Большинство респондентов (71 %) согласны с тем, что ИТ-трансформация необходима для сохранения конкурентоспособности бизнеса. 85 % из числа «трансформированных» компаний считают, что их организации находятся в «очень сильной» или «сильной» позиции, чтобы конкурировать и преуспевать на своем рынке в течение следующих нескольких лет, в отличие от 43 % наименее зрелых компаний».

Второй проблемой (безусловно, связанной с первой) является постоянное увеличение количества пользователей системы нотификации [3]. При постоянном росте банковской клиентуры возникает проблема работоспособности системы из-за возрастания количества пользователей, что, в свою очередь, повышает нагрузку на серверное и сетевое оборудование. При увеличении объема клиентуры на пару человек значительных изменений в работе системы не будет. Однако, если прирост клиентов исчисляется в миллионах, то программно-аппаратный комплекс может оказаться не в состоянии обеспечить работу при такой нагрузке, вследствие чего начинаются проблемы с производительностью.

Компания Riverbed Technology провела первое международное исследование Riverbed Global Application Survey 2015. Согласно данному исследованию 71 % респондентов во всём мире не понимают, почему корпоративные приложения их компании работают медленно. В отдельно взятых ре-

гионах ситуация еще хуже: в странах Европы, Африки и Ближнего Востока уже 76% респондентов ответили так, а в странах Азии – 75%. Данный факт говорит о том, что ИТ-специалисты изолированы от руководителей бизнеса. В попытках решить свои проблемы со скоростью работы приложений 35% опрошенных использовали несанкционированные приложения, 25% дольше задерживались на обеде, 28% оправдывали срывы сроков корпоративными приложениями, 23% уходили раньше с работы [4].

Одной из проблем в процессе осуществления банковской деятельности является сохранение корректной работы системы при значительном (в том числе и неожиданном) увеличении количества пользователей, эксплуатирующих эту систему. Одним из этапов решения вышеозначенной проблемы является выявление предельных нагрузок на систему, при которых она будет корректно работать и выполнять свои функции. Узнать предел возможностей и другие параметры для правильной работы любой банковской системы можно при помощи нагрузочного тестирования. Особенно это актуально в случае с системой нотификации, от которой может зависеть своевременное уведомление клиента, например, о снятии средств с карты, которую похитил злоумышленник, а клиент этого не заметил.

Целью данной статьи является рассмотрение порядка определения предельных нагрузок системы нотификации, выявление особенностей, связанных с проведением тестирования этой системы, а также определение целей и задач на последующее исследование.

Характеристика процесса проведения нагрузочного тестирования

Нагрузочное тестирование – это исследование способности приложения сохранять заданные показатели качества при нагрузке в допустимых пределах и некотором превышении этих пределов (определение «запаса прочности»). Нагрузочное тестирование проводится в рамках тестирования производительности. Тестирование производительности – исследование показателей скорости реакции приложения на внешние воздействия при различной по характеру и интенсивности нагрузке [5]. Перед началом нагрузочного тестирования необходимо провести значительный объем подготовительных работ (рис. 1).

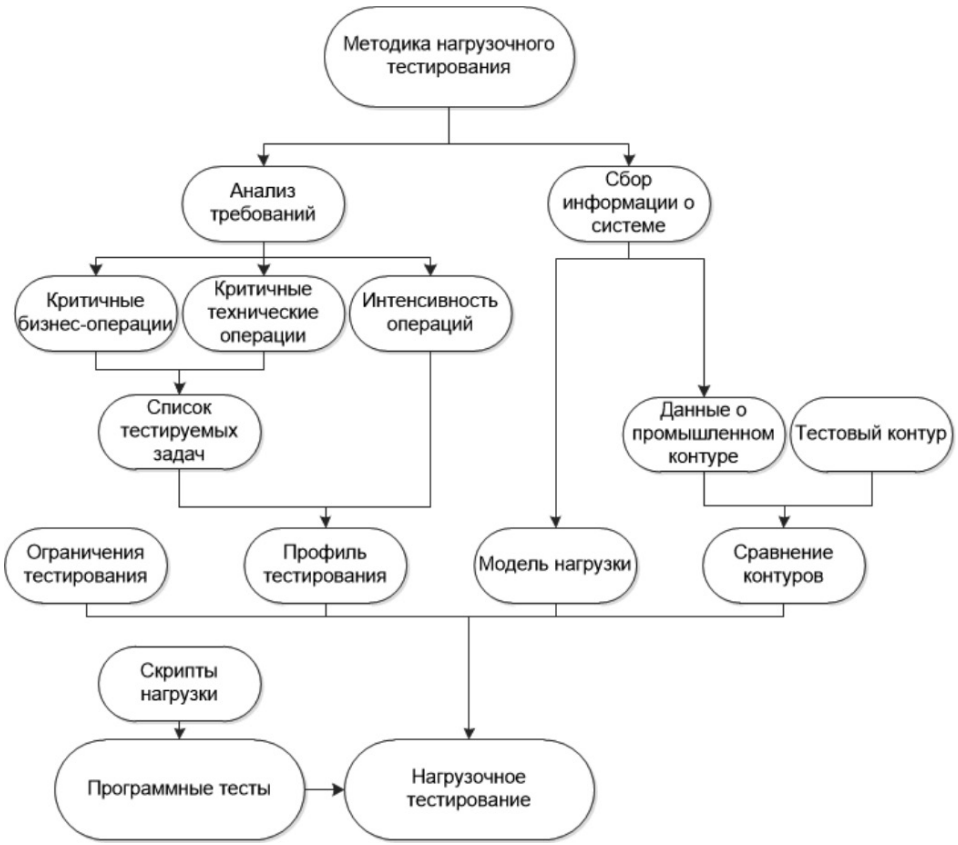


Рис. 1. Структура процесса подготовки к нагрузочному тестированию

Первоначально необходимо написать методику нагрузочного тестирования. В ней фиксируется все, что включает в себя само тестирование. Для этого нужно проанализировать требования и собрать информацию о тестируемой системе. Анализировать нужно все, что доступно:

– производительность конкурирующих приложений;

– общепринятые критерии производительности, соответствующие системе;

– производительность эксплуатируемой версии приложения, с целью определения требующих профилирования функций, процессов, операций и т.д.;

– экспертное мнение разработчиков, системных администраторов и администраторов баз данных относительно конфигурации аппаратно-программного обеспечения системы с целью определения теоретических пределов работы системы;

– мнение целевых клиентов (групп пользователей) об удобности пользования сервисом банковской системы нотификации, а также об интерфейсе программных приложений банка с целью определения существующих проблем при работе с системой.

Проанализировав информацию, которую удалось получить, нужно на ее основании начать разрабатывать профиль тестирования. Для этого необходимо определить:

– перечень тестируемых операций;

– интенсивность выполнения операций;

– зависимость изменения интенсивности выполнения операций от времени.

В список тестируемых задач должны войти операции, критичные с точки зрения как процессов ведения бизнеса, так и с технической точки зрения [6].

Критичными с позиций ведения бизнеса являются операции, скорость выполнения которых влияет на производительность процесса. В случае нотификационной системы – это, например, задержка отправки сообщений больше, чем рассчитанная аналитиками SLA (Service Level Agreement).

Критичными с технической точки зрения являются ресурсоемкие операции, требующие значительных ресурсных затрат: объемов памяти, ресурсов процессора, создающие значительный сетевой трафик. Как правило, это операции, выполняемые одновременно большим количеством пользователей. В банках к таким операциям можно отнести новостные рассылки, которые содержат в себе большой объем информации, или распространение курсов валют по значительному числу адресов. Следует отметить, что эти операции отправляются в определенные моменты сразу всем подписанным пользователям.

Профилей нагрузки может быть несколько. Они могут отличаться списком операций, а могут и повторять его. Если операции в разных профилях одинаковые, то сценарий их использования отличается в зависимости от используемого устройства: существуют версии, адаптированные для мобильных устройств, а есть полноценные версии, предусматривающие использование компьютеров. Параллельно с разработкой профиля тестирования разрабатывается модель нагрузочного тестирования. Она включает в себя разработку сценария или сценариев тестирования и основывается на информации о системе. На основе этой информации решается вопрос о том, каким образом пользователи входят в активное состояние (по одному, группами или все сразу); продолжительность нахождения пользователей в активном состоянии; когда производится прекращение активного состояния; есть ли экстренные обрывы активного состояния и другое. Без учета всех этих параметров модель нагрузки будет неполной и тестирование потеряет свою актуальность.

Особенности создания тестового контура

Если система нотификации уже является рабочей, а не только что написанной и готовой после различных тестов впервые запуститься для использования, то проводить любое тестирование на ней нельзя, особенно нагрузочное. Причиной этого является то, что нагрузочное тестирование является своего рода DDoS-атакой (Distributed Denial of Service) на систему. В связи с этим проведение тестирования во время, когда реальные пользователи работают с системой, приведет к тому, что у этих пользователей работа будет идти некорректно. Им будет казаться, что у системы есть ошибки и снижение производительности при работе и стоит, наверное, поискать другой банк, который своевременно и правильно будет уведомлять их о состоянии счетов или других услугах, которые они ждали. Поэтому для тестирования нужно собрать тестовый контур. Нужно изучить технические характеристики серверов промышленного стенда и постараться воссоздать их. Если такой возможности нет, и характеристики по каким-то причинам отличаются (как в таблице), то необходимо сравнить их и рассчитать расхождение между показателями на тестовом и промышленном стендах.

Причины несоответствий технических характеристик между промышленным и тестовым серверами могут зависеть от чего угодно: как от сложности дублирования дорогого серверного оборудования или ограничений ис-

пользования лицензий, так и от соображений безопасности, при которой заказчик не может раскрыть архитектуру системы.

В идеальном случае заказчики стараются воссоздать промышленный стенд, поскольку они хотят получить результаты, которые соответствуют реальной системе, а не экстраполяцию по различным формулам и коэффициентам.

Особенности разработки и испытания нагрузочных скриптов

Одной из основных проблем нагрузочного тестирования является вопрос – какие тесты проводить и нужны ли конкретные тесты тестируемой системе [7]. В случаях, когда на все виды тестирования просто не хватает времени и нужно выбирать несколько приоритетных видов, следует учесть, какое тестирование необходимо именно в конкретной ситуации.

Для системы нотификации объемное тестирование, которое заключается в оценке производительности системы при увеличении потока данных, будет приоритетнее нагрузочного тестирования серверов. В ходе объемного тестирования эмулируется увеличение интенсивности операций системы с одновременным увеличением объемов базы данных. В процессе тестирования измеряются следующие показатели, определяющие общую производительность системы:

– количество операций за определенный период времени;

– время отклика системы;

– количество пользователей, одновременно работающих в системе.

В зависимости от системы выбираются средства нагрузочного тестирования, которые могут быть как коммерческими, так и бесплатными.

После решения, какие тесты проводить и какими средствами тестирования пользоваться, можно начать разработку скриптов, ведь само по себе нагрузочное тестирование – это автоматизированное тестирование, а значит, это разработка, отладка, контрольный запуск и анализ результатов, а не просто запись и запуск [8].

Как и для тест-кейсов, в структуре нагрузочных скриптов стоит соблюдать трехзвенную архитектуру написания (рис. 2):

– первое звено отвечает за инициализацию, т.е. в него целесообразно помещать те части скрипта, которые не требуют постоянных повторений, такие как вход в тестируемую систему (если мы, конечно, не тестируем именно эту часть приложения). В зависимости от объекта тестирования системы это поле может быть пустым, если, например, в ограничениях тестирования прописано, что при отправке сообщения по умолчанию считается, что пользователь существует;

– второе звено – это рабочая часть скрипта. В него помещают те действия, которые будут выполняться, и результаты которых будут измеряться и сохраняться, а впоследствии – анализироваться. Количество блоков рабочего тела скрипта может быть разным, в зависимости от архитектуры тестового скрипта;

– третье звено отвечает за корректное завершение теста.

Сравнение характеристик промышленного и тестового стендов

Назначение	Стенд	Кол-во	Характеристики	Соотношение (%)			
				Кол-во серверов	CPU (кол-во ядер)	Memory	HDD
Серверы приложений	Пром.	5	5 CPU 16 5 RAM GB 3 HDD 100 GB 2 HDD 110 GB	100	100	100	96
	Тест.	5	5 CPU 16 5 RAM 8 GB 5 HDD 100 GB				
Сервер СУБД	Пром.	2	2 CPU 64 2 RAM 192 GB 2 HDD 136 GB + 2 HDD 2TB Backup + 2 HDD 3TB Archive + 2 HDD 2TB Data	50	22	33	7
	Тест.	1	CPU 28 RAM 128 GB HDD 60 GB + HDD 1000 GB для БД				

Рабочие скрипты должны учитывать очень многое, от них зависит сам процесс и результат тестирования. Они должны соответствовать пропорциям, рассчитанным на промышленной системе, и, кроме того, должны соблюдать интенсивность, зафиксированную в профиле. Периодичность запуска скриптов также должна соблюдаться в соответствии с промышленной отправкой пакетов сообщений.

Рис. 2. Структура скриптов нагрузочного тестирования

Если у разных каналов доставки различаются алгоритмы работы, то для каждого из них следует писать индивидуальные скрипты, которые будут соответствовать именно этому способу внешней системы отправки.

В связи с тем, что для тестирования нельзя использовать реальную базу данных клиентов, следует сформировать тестовую базу клиентуры с учетом пропорций реальной базы, но при этом необходимо учитывать прирост клиентов за выбранный для тестирования период. Пропорции относительно реальной ситуации на промышленной базе данных должны соблюдаться не только при создании и запуске скриптов, но и в течение всего процесса тестирования и его подготовительных этапов.

Пропорции для системы нотификации зависят от разных критериев, от существующих пакетов подписок, от существующих методов и каналов доставки, от событий и других критериев.

Если нет возможности скопировать и обезличить данные, то для наполнения базы данных тоже необходимо написать скрипты наполнения, не связанные с уже написанными скриптами эмуляции работы пользователей. Целесообразно провести резервное копирование базы данных как перед наполнением, так и после него, чтобы избежать возможных неожиданностей.

Одним из этапов нагрузочного тестирования является написание «заглушек», эмулирующих работу каких-либо компонентов системы. Ведь если при тестировании отправки пачки сообщений указать реально существующий телефонный номер, то человек с разницей в семь часов ночью может начать получать тысячи сообщений, что у него начали снимать или зачислять деньги. То же самое может быть с почтой или другим средством доставки. Если же просто исключить фактор доставки, то можно никогда не узнать, что, например, каждое 45-е сообщение не доходит до пользователя, а теряется на полпути из-за неправильного считывания информации.

Перед проведением тестирования необходимо выбрать средства мониторинга системы, ведь нагрузочное тестирование также предназначено и для нахождения узких мест системы. Для этого требуется уметь проводить мониторинг производительности тестируемой системы. Сбор данных о работе тестируемой системы (загрузка процессора, использование памяти и дисковой подсистемы, утилизация сетевых интерфейсов, данные о производительности веб-серверов и серверов баз данных) позволяет находить ее узкие места, приводящие к проблемам с производительностью [9]. Если есть встроенные средства мониторинга, то можно во время выполнения теста отслеживать нагрузку на процессор, оценивать использование памяти, дисковой и сетевой подсистем любого сервера, можно получать специфические для баз данных сведения от счетчиков производительности.

Если встроенных средств мониторинга не предусмотрено, то следует подключать сторонние средства или указывать в ограничениях тестирования, мониторинг чего будет или не будет производиться. В ограничения тестирования должно попадать все, что выходит за рамки тестирования или не соответствует каким-либо параметрам [10].

Когда все эти этапы пройдены, можно переходить к самому тестированию, в котором производится запуск скриптов, а также настраиваются параметры запуска тестов. Все эти параметры должны учитывать работу системы. Если нагрузка системы происходит не со стандартным увеличением пользователей системы, то при таком подходе тест не даст никаких реальных результатов.

Тесты должны соответствовать прописанным в методике критериям и четко определенным условиям успешного или неудачного завершения.

После проведения тестов надо вернуться к анализу, но уже – результатов. Многие средства нагрузочного тестирования собирают обширные результаты, которые потом можно перевести в графики для наглядности результатов [11]. Если по этим результатам выявились какие-то отклонения работы системы и эти отклонения разработчики могут быстро поправить, для следующей итерации тестирования не требуется пересобирать данные, переписывать скрипты или заново наполнять базу. Если же отклонения признаны несущественными или оперативно не могут быть исправлены, то результаты вносятся в отчет, и для повторного тестирования (которое будет проводиться через значительный отрезок времени) нужно снова собирать, анализировать и писать с самого начала.

Направления последующего исследования

Технологии не стоят на месте, новые релизы систем выходят буквально каждый месяц, ориентируясь на изменения в жизни пользователей. Все это заставляет банки улучшать и обновлять свой функционал, что из-за гонки и конкуренции может влиять на производительность всех систем в целом и системы нотификации в частности. Нельзя остановить темпы развития технологий или прекратить улучшать функционал, из-за этого будет происходить потеря клиентов. Однако можно составить прогнозы системы, которые будут учитывать рассчитанные аналитиками изменения, прирост клиентов и другие факторы, влияющие на работу системы.

В рамках достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи.

1. Проанализировать существующие системы нотификации банков.

2. Разработать и проанализировать методики нагрузочного тестирования банковской системы нотификации.

3. На основе разработанной методики сформировать алгоритм нагрузочного тестирования.

4. Провести тестирование и проанализировать результаты.

Заключение

1. Обоснован порядок проведения нагрузочного тестирования банковских систем нотификации.

2. Рассмотрены подготовительные этапы нагрузочного тестирования. Значительный объем подготовительных работ требует много времени на его проведение, следовательно, для ускорения процесса проведения тестирования необходимо автоматизировать проводимые операции.

3. Рассмотрены особенности построения тестового контура. Выявлены причины отклонения результатов тестирования на тестовом контуре от реального положения вещей на промышленном контуре. Использование корректирующих формул, направленных на компенсацию расхождения показателей тестирования вследствие отличия технических характеристик обоих контуров, не гарантирует стопроцентную точность результатов после проведения тестирования.

4. Выявлены проблемы формирования баз данных клиентов, которые используются при тестировании. Невозможность использования реальных клиентов, а также необходимость соблюдения пропорций в настройках пользователей баз данных тестовым и промышленным контурами требует ручного наполнения этих баз с помощью написания скриптов, автоматизация данного процесса позволит ускорить проведение тестирования.

5. Сформулированы цели и задачи на последующее исследование.

Список литературы

1. Перова Г.И. Современные технологии обслуживания клиентов в банковской сфере // Среднерусский вестник общественных наук. 2013. № 2. С. 182–186.

2. IT Transformation Maturity Curve // The Enterprise Strategy Group, Inc., 2017. [Electronic resource]. URL: https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/esg-dellemc-it-transformation-maturity-report.pdf (date of access: 25.03.2019).

3. Кудряшов В.С., Птицын Е.Ю. Перспективы развития интернет-банкинга как услуги коммерческого банка // Juvenis scientia. 2017. № 6. С. 18–21.

4. Riverbed Global Application Survey, 2015. [Electronic resource]. URL: https://www.riverbed.com/document/fpo/media-cms/0739_RVBD_AppPerformanceGap_SurveyReport.pdf (date of access: 25.03.2019).

5. Куликов С. Тестирование программного обеспечения. 2-е изд. 2016. 298 с. [Электронный ресурс]. URL: http://svyatoslav.biz/software_testing_book_download (дата обращения: 25.03.2019).

6. Блэк Р. Ключевые процессы тестирования. Планирование, подготовка, проведение, совершенствование. М.: Лори, 2011. 544 с.

7. Molyneaux I. The Art of Application Performance Testing: From Strategy to Tools // Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc. 2015. 278 p.

8. Савин Р. Тестирование dot com или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. М.: ДЕЛО, 2007. 311 с.

9. Fatema K. et al. A survey of Cloud monitoring tools: Taxonomy, capabilities and objectives. Journal of Parallel and Distributed Computing. 2014. № 10. Т. 74. P. 2918–2933.

10. Темичев А.А., Файзрахманов Р.А. Подбор параметров нагрузочного тестирования систем мониторинга с использованием нечеткой логики // Эл. науч. журн. «Инженерный вестник Дона». 2015. № 3. Т. 37. С. 38.

11. Мясников С.О., Намиот Д.Е. Инструменты нагрузочного тестирования // Прикладная информатика. 2018. Т. 13. № 1 (73). С. 92–102.

УДК 004.932.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ К ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ АНАЛИЗОВ МОКРОТЫ, ОКРАШЕННЫХ ПО МЕТОДУ ЦИЛЯ – НИЛЬСЕНА

[1,2]Шеломенцева И.Г., [2]Ченцов С.В., [1]Наркевич А.Н.

[1]Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск;

[2]Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: inga.shell@yandex.ru

Поиск оптимальной модели искусственного интеллекта для решения задач медицинской диагностики является, как правило, длительным процессом. В данной статье приведены результаты исследования применимости систем нейро-нечеткого вывода ANFis и NEFClass в качестве классификаторов для задачи распознавания изображений анализов мокроты, окрашенных по методу Циля – Нильсена. Система ANFis представлена тремя функциями и рассматривалась на примере своей реализации в программе Matlab. Система NEFClass рассматривалась на примере реализации в программе NefClass-PC. Был проведен сравнительный анализ алгоритмов обучения рассматриваемых нейро-нечетких систем по критериям величин среднеквадратичной ошибки, точности классификации и частоты ошибок. Признаковое описание экспериментальной выборки составлено из характеристик цвета и формы. В работе приведены результаты работы классификаторов при различных наборах параметров вектора признаков. Полученные результаты находятся в диапазоне достаточных требований к своему качеству и свидетельствуют о применимости нейро-нечетких моделей классификации к задаче диагностики туберкулеза. Сделано заключение о том, что использование моделей нейро-нечеткой логики может стать основой для построения оптимального классификатора для задачи распознавания изображений анализов мокроты, окрашенных по методу Циля – Нильсена.

Ключевые слова: метод Циля – Нильсена, распознавание образов, нейро-нечеткие сети, ANFis, NEFClass, среднеквадратичная ошибка, частота ошибок

THE RESULTS OF THE APPLICATION OF NEURO-FUZZY SYSTEM FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF ZIEHL-NIELSEN STAINED IMAGES OF SPUTUM SMEAR SAMPLES

[1,2]Shelomentseva I.G., [2]Chentsov S.V., [1]Narkevich A.N.

[1]Krasnoyarsk State Medical University named after professor V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyrsk;

[2]Siberian Federal University, Krasnoyrsk, e-mail: inga.shell@yandex.ru

Finding an optimal model of artificial intelligence for valid diagnosis is mostly a prolonged process. This article presents the results of experiment for using neuro-fuzzy system as classifiers for image recognition of sputum smear samples obtained using a light microscope. The ANFis system represent by three models. We use the Matlab implementation of the ANFis system and the NefClass-PC implementation of the NEFClass system. The comparison of these algorithms has been performed using values of the mean-square error, classification accuracy and error rate as criteria of the quality of classification. The extracted features are described by color and shape characteristics. The paper presents the results of classification for different sets of parameters of the feature vector. The results indicate the effectiveness of using the neuro-fuzzy classification models for diagnosing tuberculosis. The proposed system can be used for building an optimal intelligent system for detection and classification of Ziehl-Nielsen stained images.

Keywords: Ziehl-Nielsen, image processing, neuro-fuzzy system, ANFis, NEFClass, mean-square error, error rate

В настоящее время искусственные нейронные сети успешно применяются в решении биомедицинских проблем – они используются в таких прикладных областях медицины, как функционирование диагностических систем, биохимический анализ, анализ изображений и разработка лекарств.

Среди моделей искусственных нейронных сетей отдельно выделяются нейро-нечеткие сети (ННС), характеризующиеся гибридизацией методологий нечеткой логики и классических нейронных сетей. Диапазон использования нейро-нечетких моделей достаточно широк – прогнозирование, нечеткое управление и классификация. Как правило, системы на базе нечеткого вывода дают лучшие результаты в случае неопределенности и неполноты входных данных или качественных критериев. Согласно крупнейшей библиографической базе статей по медицинским наукам Medline, ННС используются в качестве классификаторов автоматизированных медицинских систем для диагностики опухоли головного мозга, рака молочной железы, остеопороза, глаукомы и т.д.

В обзорной статье, опубликованной в широко известном журнале «Tuberculosis» издательства Elsevier и посвященной использованию разнообразных моделей нейронных

сетей для диагностики туберкулеза, затронуты проблемы использования и других методов интеллектуального анализа – нейро-нечетких сетей, генетических алгоритмов и средств имитационного моделирования как «перспективных современных технологических инструментов для борьбы с глобальной угрозой туберкулеза» [1].

Проведенное исследование было направлено на оценку эффективности использования нейро-нечетких моделей для задачи диагностики туберкулеза методом классификации изображений микроскопии препаратов, подготовленных по методу Циля – Нильсена.

Материалы и методы исследования

Медицинские данные были получены у пациентов туберкулезного диспансера и представляют собой цветные изображения, полученные при помощи тринокулярного микроскопа Микромед 1 вар. 3–20 при увеличении 10х60.

В основе функционирования нейро-нечетких систем лежат базовые алгоритмы и методы нейронных сетей, только используются они для поиска параметров нечеткой системы, а именно базы правил, параметров фаззификации и дефаззификации. Сама нейро-нечеткая система ориентирована на аппроксимацию неизвестной n-мерной функции, которая частично определяется данными обучения. Нечеткие правила, закодированные внутри системы, представляют собой нечеткие образцы и нечеткие прототипы данных обучения [2].

В качестве базовых нейро-нечетких систем были рассмотрены системы ANFis и NEFClass, базирующиеся на диаметрально противоположных принципах построения и используемых алгоритмов.

NEFClass

Одна из наиболее популярных систем нейро-нечеткой классификации – это система NEFClass, основанная на обобщенной архитектуре нечеткого перцептрона. Система NEFClass используется для построения нечетких правил из набора данных, обладающих свойством неполноты измерений, которые необходимо разделить на некоторое количество четких непересекающихся классов [3].

Система NEFClass имеет трехслойную архитектуру, состоящую из входного слоя, скрытого слоя с нечеткими правилами и выходного слоя и построена на основе треугольных функций принадлежности. Активация нейронов происходит во втором и третьем слоях по формулам (1) и (2) [4].

$$a_R^{(p)} = \min_{x \in U_1} \{W(x,R)(a_x^{(p)})\}, \quad (1)$$

$$a_c^{(p)} = \min_{R \in U_2} \{W(c,R)(a_R^{(p)})\}, \quad (2)$$

где $W(x, R)$ – нечеткий вес соединения входного нейрона x с нейроном правила R, а $W(R, c)$ – нечеткий вес соединения нейрона правила R с нейроном выходного слоя.

Вычислительный эксперимент строился на основе программы NEFClass-PC, которая является свободно распространяемым программным обеспечением. Первичные параметры работы этой системы представлены в табл. 1. Подбор параметров был осуществлен экспериментальным путем.

Система ANFis

Система ANFis (adaptive neuro-fuzzy inference system, адаптивная нейро-нечеткая система) предназначена для моделирования различных типов систем управления, экспертных систем и других сложных систем экономики, сельского хозяйства, медицины и социальных наук. Она является наиболее популярной нейро-нечеткой системой вследствие гибкости, простоты и легкости в понимании основ ее функционирования [5].

Таблица 1

Значение параметров для работы программы NEFClass-PC

Параметр	Значение
Алгоритм генерации правил	Лучший для класса
Алгоритм обучения	Классический
Количество термов для каждого признака	Индивидуально
Функция агрегации	Взвешенная сумма
Максимальное количество эпох	500
Значение параметра сигма	0,01
Критерий останова	Количество эпох, при которых ошибка обучения не уменьшается = 100

Система ANFis построена на базе продукционных правил If-Then (Если – То), которые формируют базу нечетких правил выбранной модели. Данная база может быть создана вручную или автоматически сгенерирована системой. В качестве моделей системы выступают три функции – Genfis 1, Genfis 2 и Genfis 3. Все три модели основаны на структуре типа Сугено [6].

$$Z = \frac{(\mu_{A_1}(x)\mu_{B_1}(y)(a_1x + b_1y) + (\mu_{A_2}(x)\mu_{B_2}(y)(a_2x + b_2y)}{\mu_{A_1}(x)\mu_{B_1}(y) + \mu_{A_2}(x)\mu_{B_2}(y)}, \quad (3)$$

где $\mu_{A_i}(x)$ и $\mu_{B_i}(y)$ – функции принадлежности, которые могут быть гауссианами (формулы (4) и (5)). Основная задача нейронной сети – подобрать параметры γ (формула (6)).

$$\mu_{A_1}(x) = \exp\left[-\left(\frac{x - \overline{x}_i^A}{\delta_i^A}\right)^2\right], \quad (4)$$

$$\mu_{B_1}(y) = \exp\left[-\left(\frac{y - \overline{y}_i^B}{\delta_i^B}\right)^2\right], i = \overline{1,2}, \quad (5)$$

$$\gamma = \left\{\overline{x}_1^A, \overline{x}_2^A, \overline{y}_1^B, \overline{y}_2^B, \delta_1^A, \delta_2^A, \delta_1^B, \delta_2^B, a_1, a_2, b_1, b_2\right\}. \quad (6)$$

Genfis 1 генерирует нейро-нечеткую структуру (FIS) классического типа – с использованием функций принадлежности, где количество правил зависит от количества входов и числа термов. Genfis 2 генерирует FIS, основываясь на методе субстрактивной кластеризации, а Genfis 3 – генерирует нечеткую систему, основываясь на классическом алгоритме кластеризации метода К-средних. Параметры работы моделей Genfis 1 и Genfis 3 приведены в табл. 2 и 3. Подбор параметров также был осуществлен экспериментальным путем.

Таблица 2

Значение параметров для работы функции Genfis 1

Параметр	Значение
Количество термов входных переменных	2–3
Тип функции принадлежности	gaussmf – гауссиана
Тип выходной функции	constant – константа

Таблица 3

Значение параметров для работы функции Genfis 3

Параметр	Значение
Количество кластеров	2 – 3
Степень перекрытия кластеров	2
Максимальное количество операций	200
Минимальное приращение функции	1e-5

Вычислительный эксперимент

Перед процедурой классификации исходные изображения были обработаны при помощи операций фильтрации и сегментации. Оптимальными алгоритмами и методами фильтрации и сегментации при этом являются фильтрация при помощи свертки с ядром Гонсалеса 3x3 и сегментация методами FAST и Mexican hat [7, 8]. Результаты предобработки изображений анализов мокроты пациентов специализированного учреждения были представлены в виде текстовых файлов с расширениями .dat и .csv.

Дальнейшие исследования проводились в области построения оптимального вектора признаков по параметрам размерности и информативности в рамках решаемой задачи. В результате были отобраны в качестве классификаторов признаки цвета и формы участков интереса (ROI) – числовые значения параметров цвета RGB, HSV, значения площади и компактности [9].

Для оценивания результатов вычислительного эксперимента применения различных моделей и систем ННС к решаемой задаче были выбраны критерий RMSE (квадратный корень из среднеквадратичного отклонения) и критерии точности и частоты ошибок из-за ограничений программы NEFClass-PC [10]. Под частотой ошибки подразумевается величина, равная отношению суммы критериев FP (количество случаев ложноположительной классификации) и FN (количество случаев ложноотрицательной классификации) к общему размеру

исследуемой выборки. Под точностью подразумевается доля правильных ответов алгоритма классификации.

Для проверки качества классификаторов из первичного набора, в связи с ограничениями ННС на количество обрабатываемых данных, генерировалась выборка случайным образом. На каждый классификатор было проведено не менее 10 испытаний. Среднее значение результатов проведенных исследований представлено на рисунке и табл. 4 и 5, где отражена зависимость выбранного параметра сравнения от набора признаков.

Результаты исследования и их обсуждение

Все три модели системы ANFis классифицируют исходный набор данных, сформированный на основе признаков цвета и признаков формы, при этом критерий ошибочной классификации, вне зависимости от размерности вектора признаков и количества записей, не выходит за пределы диапазона значений 9,9–17,8 % (рисунок).

Минимальное значение RMSE, равное 0,27578, система ANFis показала на наборе данных из средних значений цветовых характеристик RGB и HSV, компактности и площадь с использованием модели genfis1 (табл. 4). Максимальное значение точности, равное 85,94 %, система NEFClass показала на том же наборе данных, как и модель genfis1 системы ANFis – 90,1 % (табл. 5).

Исследования проводились на персональном компьютере со следующими характеристиками: процессор Intel® Core™ i7, 2,70 GHz, оперативная память 10,00 ГБ, 64-разрядная операционная система Microsoft Windows 7. При этом часть вычислений не давала результатов по причине переполнения памяти из-за проблемы проклятия размерности (табл. 4–5).

Выводы

Применение нейро-нечетких моделей классификации к задаче диагностики туберкулеза при помощи микроскопии по методу Циля – Нильсена может обеспечить результаты, которые могут соответствовать качеству тех, которые получены с помощью других методов, таких как дискриминационный анализ или нейронные сети.

Таблица 4

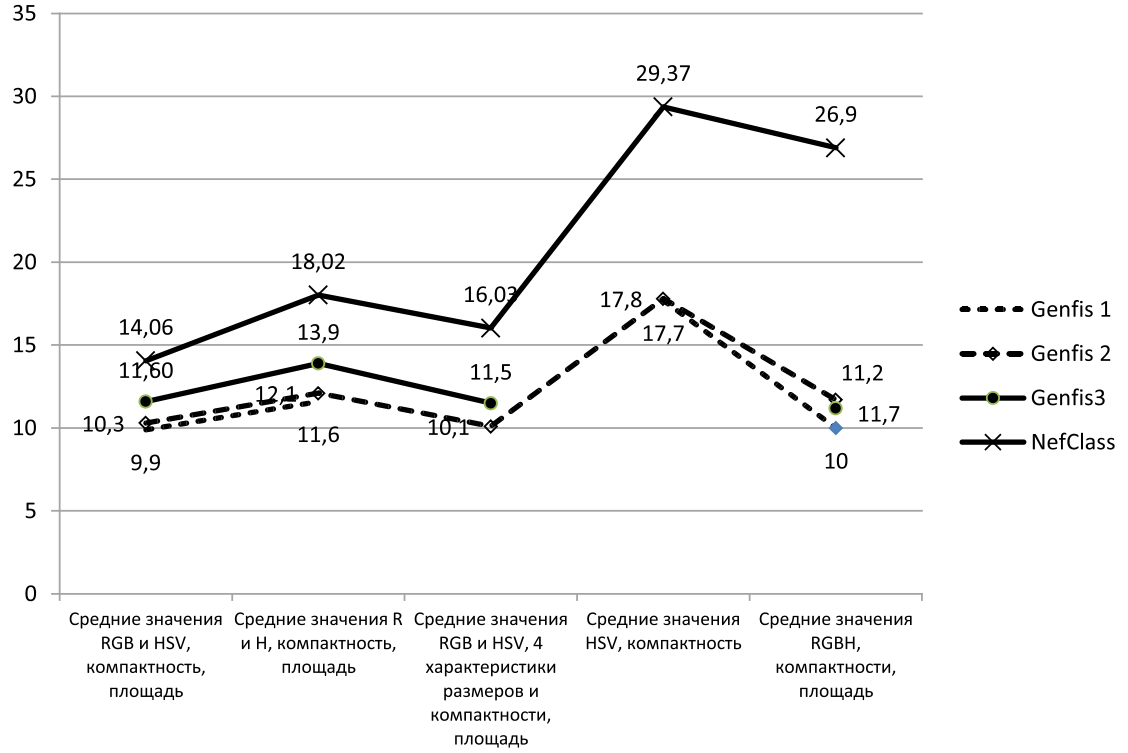
Сравнение моделей ННС по параметру RMSE

	Genfis 1	Genfis 2	Genfis3	NefClass
Средние значения HSV, максимальное значение HSV, минимальные значения HSV, компактность, площадь	Out of memory	0,29	Out of memory	0,4569
Средние значения HSV, максимальное значение H, минимальные значения SV, компактность, площадь	Out of memory	0,28586	Out of memory	0,379962
Средние значения RGB и HSV, компактность, площадь	0,27578	0,277	0,29741	0,2344
Средние значения R и H, компактность, площадь	0,30067	0,30338	0,334	0,3579
Средние значения RGB и HSV, 4 характеристики размеров и компактности, площадь	Out of memory	0,276	0,29599	0,25
Средние значения HSV, компактность	0,35063	0,35352	Out of memory	0,4029
Средние значения RGBH, компактности, площадь	0,27147	0,29208	0,29782	0,4088

Таблица 5

Сравнение моделей ННС по параметру точности классификации

	Genfis 1	Genfis 2	Genfis3	NefClass
Средние значения HSV, максимальное значение HSV, минимальные значения HSV, компактность, площадь	Out of memory	88,9%	Out of memory	79,87%
Средние значения HSV, максимальное значение H, минимальные значения SV, компактность, площадь	89%	89,3	Out of memory	85,76%
Средние значения RGB и HSV, компактность, площадь	90,1%	89,7%	88,4%	85,94%
Средние значения R и H, компактность, площадь	88,4%	87,9%	86,1%	81,98%
Средние значения RGB и HSV, 4 характеристики размеров и компактности, площадь	Out of memory	89,9%	88,5%	83,97%
Средние значения HSV, компактность	82,3%	82,2%	Out of memory	70,63%
Средние значения RGBH, компактности, площадь	90%	88,3%	88,8%	73,1%



Сравнение моделей ННС по параметру частоты ошибочной классификации

Нейро-нечеткие системы чувствительны к проблеме проклятия размерности – модель genfis1 к размерности вектора признаков, модель genfis3 – к объему обрабатываемых данных. Система NEFClass ограничена как с точки зрения объема обрабатываемых данных, так и чувствительна к их набору. Поэтому при использовании нейро-нечетких систем нужно тщательно подходить к выборке исходных и тестовых данных, проводя дополнительные исследования по оценке количества объектов, достаточных для описания исследуемого процесса.

Для дальнейшей работы с системой NEFClass необходима ее оптимизация путем моделирования нечеткого перцептрона средствами современных систем и средств программирования. Для повышения точности результатов можно использовать генетические алгоритмы и оптимизацию базы правил за счет внедрения многослойной структуры.

Список литературы

1. Payal D., Purva S. Acquaintance to Artificial Neural Networks and use of artificial intelligence as a diagnostic tool for tuberculosis: a review. Tuberculosis. 2018. № 108. P. 1–9.

2. Omisore M.O., Samuel O.W., Atajeromavwo E.J. A genetic-neuro-fuzzy inferential model for diagnosis of tuberculosis. Applied Computing and Informatics. 2017. Vol. 13. № 1. P. 27–37.

3. Keles A., Hasiloglu A.S., Aksoy Y. Neuro-fuzzy classification of prostate cancer using NEFCLASS-J. Computers in biology and medicine. 2007. № 11. P. 1617–1628.

4. Nauck D. Detlef Fuzzy data analysis with NEFCLASS. International Journal of Approximate Reasoning. 2003. Vol. 32. Issues 2. P. 103–130.

5. Babazadeh K.N. Arabalibeik H., Salehian P., Setayeshi S. Abnormal red blood cells detection using adaptive neuro-fuzzy system. Studies in health technology and informatics. 2012. № 173. P. 30–34.

6. Адаптивное нейро-нечеткое моделирование [Электронный ресурс]. URL: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/adaptive-neuro-fuzzy-inference-systems.html (дата обращения: 03.02.2019).

7. Наркевич А.Н., Шеломенцева И.Г., Виноградов К.А., Сысоев С.А. Сравнение методов сегментации цифровых микроскопических изображений мокроты, окрашенных по методу Циля – Нильсена // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4430 (дата обращения: 03.02.2019).

8. Шеломенцева И.Г. Результаты фильтрации и сегментации изображений анализа мокроты, окрашенной по методу Циля – Нильсена // International journal of advanced studies. 2017. Т. 7. № 4–2. С. 110–114.

9. Наркевич А.Н., Плотников Д.В., Виноградов К.А., Катаева А.В. Сравнение методов отбора признаков для идентификации объектов на цифровых изображениях микроскопических препаратов // Инженерный вестник Дона. 2018. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4860 (дата обращения: 03.02.2019).

10. Gliwa B., Byrski A. Hybrid neuro-fuzzy classifier based on NEFCLASS model // Computer Science. 2011. № 12. P. 115–135.

УДК 376.3

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Артемова Е.Э., Федорович Д.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва, e-mail: fedorovich-darya@yandex.ru

Предлагается к рассмотрению современная проблема двигательной деятельности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Доказывается важность исследований движений в условиях модернизации учебного процесса в младшем школьном возрасте – сензитивном периоде двигательного развития. При раскрытии понятия двигательной деятельности был предложен междисциплинарный подход в условиях физической культуры, определяющий особенности и взаимосвязь двигательной и познавательной сферы младших школьников с нарушениями зрения и слуха. Проведенный анализ физического воспитания младших школьников с сенсорными нарушениями согласно федеральному государственному образовательному стандарту начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ФГОС НОО ОВЗ) показал особенности организации уроков по физической культуре в условиях инклюзивного образования с утвержденными требованиями реализации предметной области «Физическая культура» для обучающихся с нарушениями слуха и зрения. В организационных аспектах двигательной деятельности отражается предметная область физической культуры – адаптивная физическая культура (АФК), которая входит в учебные варианты программ слепых, слабовидящих и глухих младших школьников. В теоретическом аспекте описаны положения по формированию двигательной деятельности младших школьников с ОВЗ в отечественных и зарубежных исследованиях. Проведенный анализ и подтверждение значимости современных методик работы по развитию моторных и психических функций могут быть использованы при организации физической культуры младших школьников с нарушениями зрения и слуха в условиях инклюзивного образования.

Ключевые слова: двигательная деятельность, адаптивная физическая культура, адаптивное физическое воспитание, младшие школьники с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), взаимосвязь двигательной и познавательной сферы, моторные и психические функции

MOTOR ACTIVITY OF YOUNGER SCHOOL STUDENTS WITH DISABILITIES IN THE CONDITIONS OF MODERN EDUCATION

Artemova E.E., Fedorovich D.A.

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, e-mail: fedorovich-darya@yandex.ru

It is proposed to consider the modern problem of motor activity of students with disabilities. It proves the importance of studies of movements in the conditions of modernization of the educational process in primary school age – a sensitive period of motor development. In disclosing the concept of motor activity, an interdisciplinary approach was proposed in physical culture, defining the features and interrelationship of the motor and cognitive sphere of younger students with visual and hearing impairments. The analysis of physical education of students with sensory impairments according to the federal state educational standard of primary general education of students with disabilities showed features of the organization of physical education lessons in an inclusive education with the approved requirements for the implementation of the subject area «Physical culture» for students with hearing and vision impairment. In organizational aspects of motor activity, the subject area of physical culture is reflected – adaptive physical culture, which is included in the curriculum options of blind, visually impaired and deaf younger students. In the theoretical aspect, the provisions on the formation of motor activity of younger students with disabilities in domestic and foreign studies are described. The analysis and confirmation of the importance of modern methods of working on the development of motor and mental functions can be used in the organization of the physical culture of younger students with impaired vision and hearing in an inclusive education.

Keywords: motor activity, adaptive physical culture, adaptive physical education, younger students with disabilities, interrelation of motor and cognitive sphere, motor and mental functions

«Стратегия развития физической культуры и спорта в РФ до 2020 г.» определяет актуальное направление учебно-воспитательного процесса в условиях образовательной организации – реорганизацию двигательной деятельности. С появлением инклюзии образовательное пространство должно существенно поменяться и способствовать физическому развитию, повышению уровня знаний, благоприятной адаптации к современным условиям жизнедеятельности и реализации резервных способностей школьников с ограниченными возможностями здоровья [1]. Целью нашего исследования стало теоретическое изучение педагогических условий адаптивного физического воспитания детей младшего школьного возраста с нарушениями зрения и слуха. При проведении исследования были использованы следующие методы: организационный (сравнительный) и обработка данных с качественным анализом.

В настоящее время особое внимание ученых направлено на младших школьников, для которых развитие двигательной деятельности является одним из главных направлений обучения и воспитания. Для гармоничного формирования младших школьников с ОВЗ, особенно при сенсорных нарушениях, качественное образование объединяет в себе интеллектуальное и физическое развитие [2]. Это доказывают исследования о детях с сенсорными нарушениями отечественных ученых Л.Н. Ростомашвили, Л.М. Шипицыной, П.Ф. Лесгафта, которые раскрыли связь умственного и физического развития в функционировании организма человека [3–5].

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ФГОС НОО ОВЗ) полноценно не реализовал двигательную деятельность у младших школьников с сенсорными нарушениями. Стандарт обучающихся с ОВЗ включает основные задачи при недостаточной научно обоснованной методике, по которой должен планироваться учебный процесс. Актуальность темы раскрывает важность разработки рекомендаций, уроков, программ, методов и средств работы с младшими школьниками при нарушениях слуха и зрения [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Двигательная деятельность включает важные социально-биологические факторы, формирующие организм ребенка и взрослого человека, обеспечивает баланс между окружающей средой и телом, способствует улучшению механизмов регуляции метаболической адаптации. Данный вид деятельности отличается программируемой двигательной активностью – физкультурно-оздоровительной и спортивной, в основу которой входят физические упражнения [7].

П.Ф. Лесгафт – основатель научной системы физического воспитания разработал теорию гармонического развития человека, раскрывая взаимосвязь психической и физической сферы. Главной стороной воспитания считалось нравственное, как результат строгого умственного и физического образования. Согласно теории, развивать мышление нужно на осознании того, что необходимо сделать в упражнении, формировать идеи о результатах его реализации с точки зрения развития интеллекта и физических сил [2]. Другие отечественные и зарубежные научные исследования показали, что состояние здоровья, развитие основных моторных и физических качеств ребенка напрямую зависят от продолжительности и времени его двигательной деятельности. В 7 лет с началом школьного периода происходит рост и качественное формирование индивидуального сознания. Игровая деятельность в дошкольном возрасте сменяется организованными уроками по физической культуре и спортивными играми.

У большинства современных младших школьников малоподвижный образ жизни. Это объясняется доступностью информационных технологий в течение всего дня и их бесконтрольным использованием, повышенными учебными нагрузками, которые усугубляют нежелание заниматься спортом и физической культурой. На переменах наблюдается недостаточное число детей, у которых появляется стремление компенсировать вынужденную неподвижность на уроке, что должно быть обусловлено физиологическими потребностями. Дефицит в движениях у младших школьников становится следствием гипокинезии – недостаточной двигательной активности организма. Гипокинезия отрицательно влияет на деятельность основных функциональных систем организма, развитие и рост опорно-двигательного аппарата, психоэмоциональное состояние, снижение образовательной деятельности.

Физическое воспитание – один из немногих педагогических процессов, направленных на знания и двигательные навыки. Ценность обучения и воспитания в плавании, прыжках, беге, лазании и подвижных играх состоит в том, что в процессе движений развиваются психические функции и качества ребенка: воля, социальные чувства, острота ощущений и перцепция, мышление, воображение, память, внимание [8].

Моторная сфера имеет особенности при нарушениях зрения и слуха из-за причинно-следственной связи отсутствия или ограничения полноценной сенсорной афферентации, влияющей на формирование пространственного анализа и синтеза, тактильное, кинестетическое, слуховое и зрительное восприятие движений. Функции сенсорной сферы формируются в тесной связи с двигательными умениями и навыками, развивая интегративный комплекс – сенсорно-моторное поведение в интеллектуальной и коммуникационной деятельности [4].

Н.А. Бернштейн доказал, что на каждом уровне движения есть морфологическая локализация, специфические свойства движений, ведущая афферентация, основная и фоновая роль двигательных действий вышележащих уровней, патологические синдромы и дисфункции. Высокий уровень

нарушения определяется более грубыми двигательными расстройствами. Низкие уровни надежны, но они отвечают за простые двигательные действия. Часто наблюдаются нарушения не элементарных движений, а сложных двигательных структур, требующих регуляции с уровнями коры головного мозга и словесного посредничества [9].

Полноценное овладение учебным материалом обучающимся с нарушением слуха затрудняется из-за особенностей его развития, недостаточного общения, меньшего объема знаний и восприятия окружающего мира, чем у ровесников с нормативным уровнем слуховых функций. Задержанное психическое и моторное развитие при слуховых нарушениях оказывает отрицательное влияние на мышление, речь, внимание, эмоциональную сферу и память. У младших школьников наблюдаются соматические заболевания вегетативного характера, в дыхательной системе и осанке. При нарушении слуха из-за сенсорной депривации наблюдаются особенности развития двигательной сферы в затруднениях сохранения динамического и статического равновесия, недостаточно точной координации, неуверенности в движениях, низком уровне развития силовых качеств и пространственно-временной ориентации. Для младших школьников с нарушением слуха характерно медленное овладение двигательными навыками из-за медленной реакции на внешние стимулы, поэтому наблюдается медленный темп по развитию моторных функций в двигательной деятельности.

Восприятие окружающего мира младшими школьниками с нарушением зрения происходит через сенсорно-перцептивные ощущения. Психические особенности определяются низким уровнем мышления, зрительного восприятия, воображения, построением предложений без эмоционального компонента. Двигательная сфера слабовидящих и незрячих детей характеризуется недостаточными навыками координационных способностей и пространственной ориентировки. Меньший объем зрительных ощущений ограничивает прием, обработку и хранение информации, возможность полноценного восприятия изучаемого движения, что приводит к уменьшению восприятия и формированию представлений о движении, процессов воображения и памяти.

В ФГОС НОО ОВЗ утверждены требования по реализации физической культуры для обучающихся с нарушениями зрения и слуха. При организации двигательной деятельности используются знания из предметной области физической культуры – адаптивной физической культуры (АФК) из вариантов учебных программ слепых, слабовидящих и глухих обучающихся.

Адаптивное физическое воспитание (АФВ) в системе общего образования применяют в основном в общеобразовательных школах у школьников специальных медицинских групп, по которым есть противопоказания к повышенным физическим нагрузкам. Занятия должны планироваться по разработанной программе в условиях учебного режима школы [6]. На наш взгляд, это новое перспективное направление работы в инклюзивных организациях с детьми с ОВЗ.

Организм младшего школьника продолжает формироваться и развиваться, поэтому он более чувствителен, пластичен и быстрее реагирует на коррекцию с помощью физических упражнений. Образовательные задачи и цели характеризуются динамичностью, так как они должны соответствовать программному содержанию обучения в комплексе. Задачи, связанные с коррекцией, являются относительно постоянными, потому что должны быть выполнены на каждом уроке. При переходе к новому учебному материалу меняется приоритетность задач. Задачами на каждом занятии являются: коррекция осанки и основных движений, таких как бег, ходьба, и других естественных движений, которые укрепляют мышечный корсет, корректируют строение тела, предотвращают плоскостопие, активируют вегетативные функций.

В образовательных организациях преобладает урочная форма занятий физической культурой для детей с ограниченными возможностями здоровья. Урок в зависимости от программного материала и задач имеет разную целевую направленность: оздоровительную, образовательную, лечебно-профилактическую, коррекционно-компенсаторную, спортивную. Для решения более двух задач меняется содержание заданий, упражнений и учителем физической культуры проводится комбинированный урок.

ФГОС НОО ОВЗ вариант 1.4 предназначен для обучения и воспитания при глухоте и других тяжелых множественных нарушениях развития. Младшие школьники с ОВЗ, согласно стандарту, должны знать правила поведения на уроках физической культуры, овладеть основными представлениями о собственном теле, уметь выполнять доступные виды упражнений по образцу, подражанию, инструкции жестами и словами, сформировать понимание связи телесного самочувствия с настроением и собственной активностью.

В учебной программе стандарта 3.0 описываются требования для двигательной деятельности обучающихся с различной степенью зрительных нарушений. Младшие школьники варианта 3.2 имеют потенциальные возможности, при не достигнутом во время поступления в первый класс необходимого уровня компенсаторной деятельности для комплексного обучения. Коррекционно-развивающее направление адаптивной физической культуры для младших школьников с нарушением зрения предполагает активное использование остаточного зрения при выполнении физических упражнений, коррекцию навязчивости и стереотипности движений, формирование навыков свободного безбоязненного передвижения в пространстве.

Реализация варианта 3.3 стандарта слепого обучающегося с умственной отсталостью состоит из обучения использовать остаточные функции зрительного анализатора при выполнении физических задач, формирования знаний о возможной физической нагрузке и ее противопоказаниях. Через повышение двигательной активности благодаря адаптивной физической культуре формируются первоначальные умения в области физической культуры, развиваются основные физические качества (сила, быстрота, выносливость, координация, гибкость), а также стороны физического, нравственного и социального поведения, обеспечивается успешное обучение и овладение основными двигательными умениями и навыками (бег, ходьба и др.). Результатами двигательного развития по программе 3.4 слепых обучающихся с умеренными или тяжелыми интеллектуальными нарушениями являются сформированное умение показывать части собственного тела, овладение выполнением определенных движений корпусом, ногами, руками и доступных физических упражнений. Расширение двигательно-активного опыта повысит активность, ускорит развитие мышечного восприятия и моторики, преодолеет скованность, недостаточность, неуверенность движений в пространстве, поможет в развитии координации движений.

Слабовидящим по варианту 4.2 при потенциальных возможностях нужно сформировать навыки безбоязненного пространственного перемещения, преодолеть отклонения в двигательной сфере и физическом развитии, приобрести знания по охране зрения и укреплению здоровья, совершенствовать двигательные умения и жизненно важные навыки, базовые физические качества. Обучающиеся по ФГОС НОО ОВЗ программы 4.3 сочетают слабовидение и легкую умственную отсталость. Физическая культура направлена на овладение базовых двигательных навыков и физических качеств, сформированность свободного перемещения в пространстве, коррекцию стереотипных движений [6].

Безусловно, использование нарушенного слухового и зрительного анализаторов при выполнении физических упражнений раскроет компенсаторные возможности и ускорит процессы совершенствования физического развития и двигательной сферы. К окончанию 4 класса обучающиеся должны уметь выполнять доступные виды движений (ходьба, лазание, бег, прыжки и др.) и владеть основами физкультурно-спортивной деятельности (ходьба на лыжах, езда на велосипеде, спортивные игры и др.). Несмотря на ограничения физических функций у младших школьников благодаря работе учителя физической культуры должно быть желание включаться в подвижные игры и занятия, проявлять интерес к физкультурно-спортивной деятельности и стремиться к совершенствованию своего физического состояния [10]. Полученные результаты исследования говорят о важности двигательной деятельности, сравнительного анализа особенностей двигательной сферы и физического воспитания младших школьников с нарушениями зрения и слуха и обуславливают актуальность в продолжении экспериментального изучения вопросов двигательной деятельности детей с ОВЗ, в том числе с сенсорными нарушениями.

Выводы

Появление обучающихся с ОВЗ, имеющих особенности двигательной сферы, в инклюзивных школах обусловило использование и поиск эффективных адаптивных методик. Из-за сенсорной депривации, которая ограничивает способность к полноценному двигательному акту, у младших школьников с нарушениями зрения и слуха наблюдается низкий уровень развития двигательной сферы.

Организация двигательной деятельности, одного из важных видов при обучении и воспитании детей с сенсорными нарушениями, в условиях образовательной обучающей среды должна быть направлена на две траектории развития – умственного и физического, что отражает совершенствование умственных способностей и функционального состояния организма. В процессе занятий адаптивной физической культурой создается коррекционно-развивающая среда с эффективными условиями коррекции и компенсации моторных способностей, повышением уровня двигательной актив-

ности, расширением потенциальных возможностей и с передачей жизненно важных двигательных навыков. Адаптивная физическая культура становится главной предметной областью в физическом воспитании при нарушениях слуха и зрения согласно ФГОС НОО ОВЗ.

Список литературы

1. Маточкина А.И., Гаврилов Д.Н., Пухов Д.Н., Малинин А.В. Совершенствование государственной политики в области физической культуры и спорта, оптимизация педагогического процесса в системе физкультурно-спортивного воспитания детей школьного возраста. СПб.: ФГБУ СПбНИИФК, 2017. 28 с.

2. Лесгафт П.Ф. Педагогика. Избранные труды. М.: Издательство Юрайт, 2018. 375 с.

3. Ростомашвили Л.Н. Адаптивная физическая культура в работе с лицами со сложными (комплексными) нарушениями развития. М.: Советский спорт, 2015. 163 с.

4. Специальная психология: учебник для академического бакалавриата / Под ред. Л.М. Шипицыной. М.: Издательство Юрайт, 2016. 287 с.

5. Шипицына Л.М. Ребенок с нарушенным слухом в семье и обществе. СПб.: Речь, 2009. 201 с.

6. Приказ Минобрнауки России от 19.12.2014 № 1598 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья» [Электронный ресурс]. URL: https://минобрнауки.рф/документы / 5132 (дата обращения: 14.03.2019).

7. Нестеров В.А. Двигательная деятельность и физическое состояние детей и подростков. Хабаровск: ДВГАФК, 2009. 90 с.

8. Никоноров Д.В. Интеграция физического и познавательного развития детей 6–7 лет в процессе обучения двигательным действиям: дис. ... канд. пед. наук. Чебоксары, 2014. 165 с.

9. Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Книга по Требованию, 2012. 253 с.

10. Артамонова Л.Л. Лечебная и адаптивно-оздоровительная физическая культура. М.: Владос, 2014. 400 с.

УДК 378.147:372.8

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Асанова Ж.К.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: zhyldyzasanova73@mail.ru

Статья посвящена проблемам введения компетентностного подхода в обучении математическому анализу в физико-математическом образовании. В настоящее время в высших учебных заведениях Кыргызстана обучение проходит по кредитной системе, которая дает студентам прерогативу самостоятельного выбора специальных курсов по выбору для последующего изучения предметов, но базовые дисциплины, которые являются обязательными компонентами, такие как математический анализ, остаются запланированными и неизменными. С другой стороны, высшее учебное заведение должно готовить студентов не только к деятельности специалистов в определенной области, но и к продуктивной деятельности в своей личной и общественной жизни. И в-третьих, в государственном образовательном стандарте школьного общего образования последнего поколения, а также в новом предметном стандарте по математике в общеобразовательных школах Кыргызской Республики в качестве приоритетных направлений обозначен компетентностный подход. Из этого следует, что будущий учитель математики в своей педагогической деятельности должен направлять свою работу на формирование у своих учеников не только предметных компетентностей, но и ключевых. Объективная потребность в качественной подготовке студентов, а также необходимость в разработке эффективных методических основ обучения дисциплине «математический анализ» определили исследование проблемы формирования профессиональной и ключевой компетентности у студентов в процессе обучения математическому анализу, а также постановку цели – обоснование и разработка эффективных путей обучения математическому анализу в вузе педагогического направления.

Ключевые слова: высшая математика, компетенция, компетентностный подход, математический анализ, производный, функция, дифференцированное обучение, деятельностный подход, интегральное исчисление

COMPETENCE APPROACH IN TEACHING MATHEMATICAL ANALYSIS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

Asanova Zh.K.

Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: zhyldyzasanova73@mail.ru

The article is devoted to the problems of introducing the competence approach in teaching mathematical analysis of physical and mathematical education. Currently in higher educational institutions of Kyrgyzstan the training is based on a credit system which gives students prerogative self-selection of special elective courses for further study of the subjects, but the basic disciplines that are required components, such as mathematical analysis, remain as scheduled and unchanged. On the other hand, a higher education institution should prepare students not only as specialists in a particular field, but also for productive activities in their personal and social life. And thirdly, in the state educational standard of General education of the last generation, as well as in the new subject standard in mathematics in secondary schools of the Kyrgyz Republic as a priority areas designated competence approach. From this it follows that the future teacher of mathematics in his teaching activities should direct their work to the formation of their students not only subject competencies, but also key. The objective need for high-quality training of students, as well as the need to develop effective methodological foundations of teaching the discipline «mathematical analysis» determined the study of the problem of formation of professional and key competence of students in the process of teaching mathematical analysis, as well as setting goals – justification and development of effective ways of teaching mathematical analysis in high school pedagogical direction.

Keywords: higher mathematics, competence, competence-based approach, mathematical analysis, derivative, function, differentiated learning, activity approach, integral calculus

Высшее учебное заведение должно готовить студентов не только к деятельности специалистов в определенной области, но и к продуктивной деятельности в своей личной и общественной жизни. Компетентный выпускник – личность, которая достигает поставленной перед собой цели, делает правильный и осознанный выбор пути решения проблем, возникающих в личностной и профессиональной жизни, отвечающий за свои решения и поступки, мирно живущий в поликультурном мире и др. Каждое из приведённых качеств входит в определение понятия «компетентность».

С другой стороны, в государственном образовательном стандарте школьного общего образования последнего поколения, а также в новом предметном стандарте по математике в общеобразовательных школах Кыргызской Республики в качестве приоритетных направлений обозначен компетентностный подход, это подразумевает способность ученика самостоятельно применить полученные математические знания как в учебной и трудовой деятельности, так и в личной. В связи с этим в предметном стандарте пересмотрены подходы ко многим вопросам, в частно-

сти в определении содержательных линий, усилен прикладной аспект математики, выборе методов и приемов, форм организации обучения, ресурсов, к системе оценивания и др.

В данной работе определено понятие «компетентностного подхода», «компетенции»; в контексте компетентностного подхода обоснованы и разработаны методические пути обучения математическому анализу студентов вузов педагогического направления, построена техника формирования компетенции; на основе опыта практической деятельности обучения математическому анализу разработаны и систематизированы по группам А, В, С компетентностно-ориентированные задания.

Безусловно, из этого следует, что будущий учитель математики в своей будущей педагогической деятельности должен направлять свою работу на формирование у своих учеников не только предметных компетентностей, но и ключевых. Школа должна выпускать компетентного ученика, т.е. ученика готового продолжить свое образование, найти свое место в жизни, успешно проявить себя в обществе.

А также отметим, что на сегодняшний день остается актуальным вопрос улучшения обучения дисциплины математического анализа в вузах педагогического направления. Известно, что должна быть преемственность полученных школьных математических знаний и вузовских, другими словами, полученные в школе знания и умения должны помогать при обучении высшей математике, в том числе математическому анализу. Но как показывает практика, для успешного последующего изучения математического анализа уровень знаний и умений выпускников школ зависит от требований стандарта. Поэтому необходимы эффективные подходы в обучении математическому анализу в вузе, для наверстывания, упущенного и в то же время не отставания от программы.

Объективная потребность в качественной подготовке студентов с учетом реалии современности, способного решать проблемы, возникающие в реальных жизненных ситуациях и профессинальной деятельности, а также необходимость в разработке эффективных методических основ обучения дисциплине «математический анализ» определили исследование проблемы формирования профессиональной и ключевой компетентности у студентов в процессе обучения математическому анализу.

Цель исследования: обоснование и разработка эффективных путей обучения математическому анализу в вузе педагогического направления.

Предмет исследования: методическая подготовка будущих учителей математики в вузах педагогической направленности к компетентностному обучению математике старшей ступенях общего образования.

Материалы и методы исследования

Образованным человеком является тот человек, который при вхождении в разные социальные общности строит собственное продуктивное действие. Следует отметить, что именно для достижения практических результатов и реализации продуктивных действий применяется компетентностный подход.

Компетентностным подходом в образовании является преимущественная ориентация на его результаты: формирование профессиональных и общекультурных компетенций, социализацию, самоопределение, индивидуальность и самоактуализацию. Именно такой подход дает направление системе образования на обеспечение качественной подготовки на основании потребностей общества, и это согласуется не только с потребностью вливания в общественную деятельность, но и потребностью общества использовать возможности личности [1].

А.К. Наркозиев исследовал теоретические основы компетентностного подхода программ образования в условии кредитной технологии [2].

Концепция компетентностного подхода в образовании исследовалась в работах В.И. Байденко, И.А. Зимней, Л.И. Коновалова, Б.А. Сазонова, В.С. Сенашенко, Ю.Г. Татур, О.Б. Томилина, А.В. Хуторского.

Вышеназванные исследователи отметили, что компетентный специалист успешно может применить в своей практике свои знания, умения и навыки. По результатам проведённых исследований установлено, что имеются различные взгляды на компетеностный подход.

Исследователь Е.Я. Коган считает, что это совершенно новый подход, который требует изменить отношения к позиции учителя, к образованию учащихся; и этот подход должен привести к глобальным изменениям, от изменения сознания до изменения методической базы [3].

В контексте данного исследования обратимся и к понятию компетенция, которая является основным понятием при компетентностном подходе в обучении студентов.

Компетенция – это нечто большее, чем просто знания или навыки; она подразумевает способность специалиста отвечать комплексным требованиям за счет мобили-

зации и использования своих психологических ресурсов (включая навыки и ценности) в конкретных обстоятельствах.

Компетенция имеет следующие характеристики:

1. Компетенция – это динамичное сочетание знаний, умений и навыков, которые необходимы для приобретения компетенции.

2. Компетенция связана со всеми тремя направлениями, позволяющими оценить деятельность специалиста: знания, умения и навыки.

3. Компетенции связаны с деятельностью специалиста, и поэтому они поддаются наблюдению и их можно продемонстрировать.

4. Так как компетенции поддаются наблюдению, их можно измерить.

5. Их также можно передать.

Для внедрения компетентностного подхода в процесс обучения необходимо несколько этапов. Так, на первом этапе можно формировать элементарные общие учебные компетенции студентов, такие как:

– выявление ключевых моментов, т.е. основы лекционного материала и т.д.;

– по пройденным темам формулирование конкретных ответов на вопросы с объяснениями;

– нахождение нескольких способов решения поставленной задачи, выбор лучшего, т.е. оптимального варианта, исходя из критериев и требований;

– для решения конкретного задания необходима связь с другими обучающимися и преподавателями;

– навыки планирования своих действий и правильное распределение своего времени;

– самооценка результатов деятельности.

Для формирования у студентов предметных и базовых компетенций в процессе учёбы выбран деятельностный подход. Этот подход помогает формировать у студентов опыт самообразования, и они ясно ставят перед собой цели, чем и достигается процесс образования. В основном студенты учатся самостоятельно, планируют и организуют свое время, и дают оценке своих действий. Для достижения вышеназванных целей мною на уроках применяются разные педагогические технологии: дифференцированного обучения.

При данном виде обучения, студенты для изучения нового материала, делятся на три разных по уровням группы.

Компетентностный подход к образованию мотивирует преподавателей разрабатывать и внедрять в практику новые педагогические технологии, парциальные программы, методики, которые должны отвечать современным запросам образования. В связи с чем был разработан рабочая тетрадь по математическому анализу, куда включены вопросы контроля, тесты, темы для практических занятий, тесты для самоконтроля [4].

В основном выделяют два компетентностного подхода в обучении:

1. Современные образовательные технологии: ролевые и деловые игры, написание кейсов, дифференцированный подход и др.

2. Компетентностно-ориентированные задания требуют при решении реальных задач умения применять полученные знания и навыки на практике.

Компетентностный подход в процессе обучения предполагает возможность проблемного подхода, основанного на создании проблемных ситуаций и необходимость самостоятельных действий студентов по их разрешению. Вместе с тем продуктивным является использование студентами индивидуальных и групповых проектов, с помощью которых предполагают самостоятельную работу студентов, и это актуально в случае сокращения аудиторских часов.

Для студентов составлены рабочие тетради по математическому анализу, где для мотивации студентов включены «компетентностно-ориентированные задачи».

Структура задания:

1. Стимул (заставляет понять смысл задания и мотивирует на его решения).

2. Задачная формулировка (указывает на точные действия обучающегося, которая необходима для выполнения задания).

3. Источник информации (сбор информации, необходимой для деятельности обучающегося при выполнении задания).

4. Тетрадь для выполнения задания (определяет структуру для предъявления студенту результатов своей деятельности при выполнении задания).

При применении вышеназванной структуры заданий в работе студента, достигается слаженный механизм компетентностного подхода.

Рабочая тетрадь по математическому анализу состоит из трех групп: «А» – первый уровень, «В» – второй уровень, «С» – третий уровень.

В группе «А» студент совместно с преподавателем выполняет задачу из рабочей тетради, в котором имеются 120 задач и примеров.

В группе «В» студенты применяют репродуктивный метод при изучении нового материала, то есть работу с книгой (студент получает вопросы из рабочей тетради, решает задачи их предложенных 140 задач с применением учебников и делает соответствующий вывод).

В группе «С» студенты занимаются с новым материалом самостоятельно (группа решает задачи из рабочей тетради, из предложенных 160 задач и примеров, выделяя закономерности и делая выводы). В итоге при использовании эвристического метода обучения, самосовершенствовании, у студентов формируются аналитические, творческие и социальные компетенции. Отличием дифференциального метода обучения является то, что на следующем этапе «Применения знаний» студенты первой группы «А» наравне с группой «С» применяют полученные знания.

При этом преподаватель, создав ситуацию успеха, без снисхождения, объективно оценивает ответы. На данном этапе студенты занимаются самостоятельно с самопроверкой (работа дифференцирована по группам).

На рисунке вы видите фрагмент рабочей тетради по математическому анализу, составленной автором на кыргызском языке [5].

Группа А.

Найдите пределы.

а) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\operatorname{tg}2x}{\sin 5x}$;

б) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^4+3x^3-5x+2}{3x^7+4x^{-3}-35x+6}$;

в) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{4x^2-5x+3}-\sqrt{3x^2+9x+3}\right)$.

Группа В.

Найдите пределы.

а) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\ln\cos x}{x}$;

б) $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{\sqrt[5]{x^7+3}+\sqrt[4]{2x^3-1}}{\sqrt[6]{x^8+x^7+1}-x}$;

в) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x+1}{x-2}\right)^x$.

Группа С.

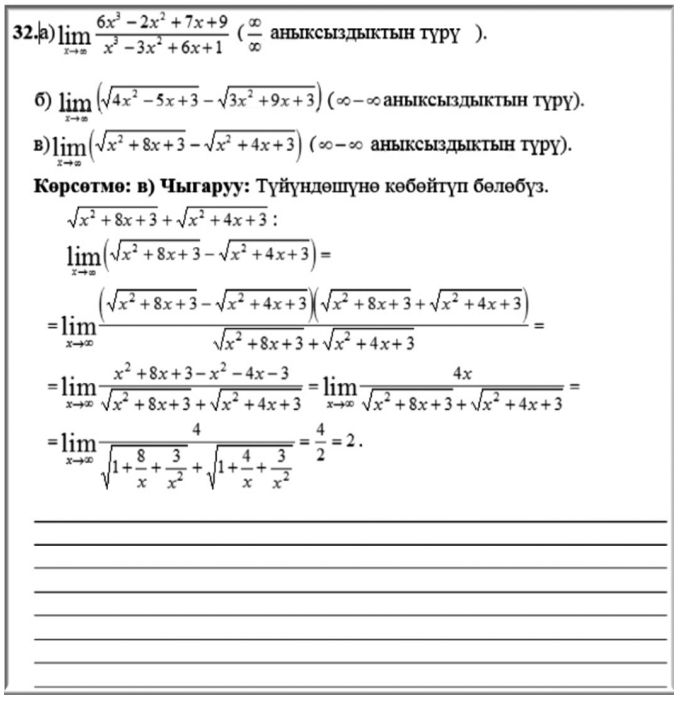
а) Исследуйте непрерывность в этой области

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{5}(2x^2+3), & -\infty<x\le 1, \text{ болгондо},\\ 6-5x, & 1<x<3, \text{ болгондо},\\ x-3, & 3\le x<\infty, \text{ болгондо}.\end{cases}$$

1) $\sqrt[3]{1047}$; 2) $\sqrt[3]{8144}$; 3) $\sqrt[5]{1{,}1}$; 4) $\sqrt[5]{1080}$. Найти значение. Сравнить результаты.

б) В конечных и в средней точках дуги АВ окружности проведены касательные и точки А и В соединены хордой. Доказать, что отношение площадей образовавшихся при этом двух треугольников стремится к 4 при неограниченном уменьшении дуги АВ.

в) В круг с радиусом R вписан квадрат, в квадрат вписан круг, в этот круг опять вписан квадрат и так n раз. Найти предел суммы площадей всех кругов и предел суммы площадей всех квадратов при $n\to\infty$.



32. а) $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{6x^3-2x^2+7x+9}{x^3-3x^2+6x+1}$ ($\dfrac{\infty}{\infty}$ аныксыздыктын түрү).

б) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{4x^2-5x+3}-\sqrt{3x^2+9x+3}\right)$ ($\infty-\infty$ аныксыздыктын түрү).

в) $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{x^2+8x+3}-\sqrt{x^2+4x+3}\right)$ ($\infty-\infty$ аныксыздыктын түрү).

Көрсөтмө: в) Чыгаруу: Түйүндөшүнө көбөйтүп бөлөбүз.

$\sqrt{x^2+8x+3}+\sqrt{x^2+4x+3}$:

$$\lim_{x\to\infty}\left(\sqrt{x^2+8x+3}-\sqrt{x^2+4x+3}\right)=$$

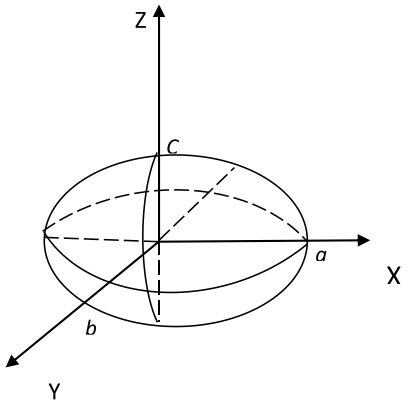
$$=\lim_{x\to\infty}\frac{\left(\sqrt{x^2+8x+3}-\sqrt{x^2+4x+3}\right)\left(\sqrt{x^2+8x+3}+\sqrt{x^2+4x+3}\right)}{\sqrt{x^2+8x+3}+\sqrt{x^2+4x+3}}=$$

$$=\lim_{x\to\infty}\frac{x^2+8x+3-x^2-4x-3}{\sqrt{x^2+8x+3}+\sqrt{x^2+4x+3}}=\lim_{x\to\infty}\frac{4x}{\sqrt{x^2+8x+3}+\sqrt{x^2+4x+3}}=$$

$$=\lim_{x\to\infty}\frac{4}{\sqrt{1+\frac{8}{x}+\frac{3}{x^2}}+\sqrt{1+\frac{4}{x}+\frac{3}{x^2}}}=\frac{4}{2}=2.$$

Фрагмент рабочей тетради по математическому анализу

Техника применения понятия компетенции студентов и преподавателя

Пример	Компетенции студентов	Компетенции преподавателя
Изучение темы «Вычисление объемов тел»	1. Умение действовать на занятии	1. Понимание тематики данной темы. 2. Ориентация в отборе содержания данной темы. 3. Применение активной формы обучения: семинар. 4. Карточки
Пример: Найти объем эллипсоида $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$	1. Умение правильно спланировать свою работу. 2. Умение пользоваться литературой по данной теме	Выявление ключевых компетенций у студентов
Решение: $S(x)=\pi b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}\cdot c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}=\pi bc\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)\quad(-a\le x\le a)$  	Умение правильно решить задачу	Ориентация методов решения данного задания
Вычисление и результат: $V=\int_{-a}^{a}\pi bc\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)dx=\pi bc\left[x-\frac{x^3}{3a^2}\right]\Bigg\|_{-a}^{a}=\frac{4}{3}\pi abc$ если $a=b=c$, тогда получим объем шара $V=\frac{4}{3}\pi a^3$	Формирование навыков по решению данного задания	Владение и применение вычисления объема тела по формуле с применением табличных интегралов и формулы Ньютона – Лейбница для вычисления определенных интегралов

В первой группе включены функции целочисленного аргумента и функции непрерывного аргумента. Решают задачи с последовательным применением существующих правил.

Во второй группе включены с последующим проведением преобразований над функциями, у которых существует предел.

В третью группу включены геометрические и вычислительные задачи.

Задачи взяты из рабочих тетрадей [5] и приведена лишь часть упражнений.

Техника применения понятия компетенции студентов и преподавателя при компетентностном подходе в обучении по математическому анализу приведены в таблице.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования позволили сделать вывод, что применение компетентностного подхода в обучении студентов, компетентностно-ориентированные задания и организация учебного процесса с применением эффективных путей обучения будет способствовать: воспитанию широкого взгляда на жизнь; развитию умения исследовать математическими методами явления

реального мира, умения анализировать, обрабатывать информацию и принимать обоснованные решения в различных ситуациях; подготовке к профессиональной деятельности и применении своего опыта в формировании у своих учеников вместе с предметными и ключевых компетентностей.

На основе теоретического анализа трудов ученых определены понятия «компетентностного подхода», «компетенции»; в контексте компетентностного подхода обоснованы и разработаны методические пути обучения математическому анализу студентов вузов педагогического направления, построена техника формирования компетенции; на основе опыта практической деятельности обучения математическому анализу разработаны и систематизированы по группам А, В, С компетентностно-ориентированные задания.

Заключение

При дифференцированном подходе на занятиях по математическому анализу у студентов повышается уровень качества знаний, а также умения и навыки в сфере математического анализа и дает возможность развития рефлекции и формирования контроля над своими действиями. Повышается образованность студентов в преподавании математического анализа и достигается новый уровень знаний по данному курсу.

Компетентностный подход в преподавании математического анализа ведет к повышению уровня образованности студентов и означает достижение нового качества образования. Новое качество образования выражается в новых возможностях выпускников вуза, в их способности решать проблемы, которые предыдущие выпускники не решали.

Применение компетентностного подхода в обучении студентов, компетентностно-ориентированные задания и организация учебного процесса с применением эффективных путей обучения будет способствовать: воспитанию широкого взгляда на жизнь; развитию умения исследовать математическими методами явления реального мира, умения анализировать, обрабатывать информацию и принимать обоснованные решения в различных ситуациях; подготовке к профессиональной деятельности и применение своего опыта в формировании у своих учеников вместе с предметными и ключевых компетентностей.

Исследование позволяет наметить некоторые проблемы, требующие дальнейшей разработки и изучения, а именно:

– совершенствование методической подготовки будущих учителей математики в области оценивания в процессе обучения, в том числе дисциплине «математический анализ».

Список литературы

1. Абдырахманов Т.А., Ногаев М. Компетентный подход в образовании. Бишкек, 2016. С. 196.

2. Наркозуев А.К. Теоретические основы компетентностного подхода при проектировании образовательных программ по кредитной технологии: дис… канд. пед. наук. Бишкек, 2011. С. 122–129.

3. Коган Е.Я. Компетентностный подход и новое качество образования // Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию / Под ред. А.В. Великановой. Самара: Профи, 2001. С. 124.

4. Бондарева Т.М., Парфейников С.А., Бережная Е.С., Григорян Э.Р. Компетентностно-ориентированные задания в обучении студентов // Актуальные вопросы психологии и педагогики в современных условиях: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. СПб., 2015. № 2. С. 259.

5. Асанова Ж.К. Математический анализ (Рабочая тетрадь). Бишкек, 2017. С. 134.

УДК 796:378

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ К ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Гончарук С.В., Олейник А.А., Рябчикова М.Г.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: maria.ryabchickova@yandex.ru

Статья посвящена рассмотрению отношения студенческой молодежи к дисциплине «физическая культура и спорт». Авторы статьи освещают аспект влияния физической активности на общую успеваемость обучающихся высшего учебного заведения. В рамках данной работы приводятся данные, полученные в ходе социологического опроса студенческой молодежи Белгородского государственного национального исследовательского университета. Специфику отношения студенческой молодежи к дисциплине «физическая культура и спорт» предлагается исследовать через мониторинг таких критериев студенческой молодежи, как: отношение непосредственно к самой дисциплине, ценностные ориентации дисциплины, посещение занятий, частота занятий физическими упражнениями. Авторы отстаивают точку зрения, что большинство современной студенческой молодежи в полной мере осознает важность и значимость дисциплины «физическая культура» не только в рамках учебного процесса, но в рамках личного физического развития и общего укрепления здоровья. Основываясь на данной позиции, авторы утверждают, что современная студенческая молодежь обладает устойчивым интересом к занятиям физической культурой и спортом, однако в некоторых случаях отмечается некоторое снижение данного интереса. Основные выводы исследователей заключены в положении, что большинство студенческой молодёжи положительно оценивают занятия физкультурной и спортивной деятельностью в собственном вузе и проявляют к занятиям по дисциплине «физическая культура и спорт» определённый интерес.

Ключевые слова: физическая культура, студенческая молодежь, ценностные ориентации, вовлечение, образовательный процесс

STUDY OF THE ATTITUDE OF STUDENTS TO THE DISCIPLINE OF PHYSICAL CULTURE AND SPORT

Goncharuk S.V., Oleynik A.A., Ryabchikova M.G.

Federal State Autonomous educational institution of Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: maria.ryabchickova@yandex.ru

This article covers the specifics of the attitude of modern students to the discipline «physical culture». Particular attention is paid to the authors of the study depending on the performance of students of higher educational institutions from the total physical activity. As part of this work, the data obtained during a sociological survey of students of the Belgorod State National Research University are given. The specificity of the disposition of modern students regarding the discipline of «physical culture» is revealed through the study of a number of interrelated indicators, among which the authors single out: the value orientations of the discipline, attendance of classes, frequency of physical exercises. The authors advocate the point of view that the majority of modern student youth fully aware of the importance and significance of the discipline «physical culture» not only within the educational process, but within the framework of personal physical development and general health promotion. The authors of the article advocate the opinion that modern student youth can be characterized as an interested subject of the educational process in the case of the discipline of «physical culture», but researchers emphasize that in particular cases it is possible to observe a decrease in the level of interest. The main conclusions of the researchers are in the position that most of the student youth positively evaluate the lessons on the discipline «physical culture» in their own university, they have a steady level of interest in these classes.

Keywords: physical culture, student youth, value orientations, involvement, educational process

Организация образовательного процесса по дисциплине «физическая культура» предполагает высокий уровень вовлеченности в данный процесс всех субъектов. В случае преподавательского состава данная вовлеченность носит профессиональный, карьерный характер, однако в случае обучающихся далеко не всегда уровень интереса и мотивации достигает высоких показателей. Исследование состояния диспозиций участников образовательного процесса по дисциплине «физическая культура» призвано выявлять и контролировать уровень вовлеченности обучающихся, необходимый для полной реализации функции здоровьесбережения. Отметим, что вопрос здоровьесбережения у современной студенческой молодежи стоит достаточно остро, что неоднократно было заявлено рядом специалистов.

В рамках образовательного процесса по дисциплине «физическая культура» применяется широкий спектр инструментов и технологий по вовлечению обучающихся в образовательный процесс. Отметим, что все организуемые мероприятия должны учитывать ряд факторов студенческой молодежи, в том числе гендерных и физиологических.

Преследуя данную цель, современные преподаватели все чаще обращают внимание на личностно-ориентированные технологии в физической культуре. Например, группа ученых, а именно: А.А. Горелов, О.Г. Румба и В.Л. Кондаков – уделяют особое внимание адаптивному виду физической культуры. В качестве адаптивной физической культуры авторы рассматривают «комплекс мер, направленных на реабилитацию и адаптацию к нормальной социальной среде обучающихся с ограниченными возможностями» [1, с. 47].

Ряд исследователей отмечают, что существенной характеристикой физической культуры выступает «формирование мотивационного и ценностного отношения к физической культуре» среди студенческой молодежи [2, с. 7]. При этом ценностные ориентации необходимы студенческой молодежи в качестве способа удовлетворения собственных потребностей, в том числе и в физической активности. Исходя из этого ценностные ориентации можно представить в непосредственном отношении студенческой молодежи к тому или иному явлению.

Как мы отмечали ранее, в формировании конкретных ценностей выражается единство физического, психического и социального развития индивида [3, с. 18]. Основываясь на ценностные ориентации в области физической культуры, выделенные В.И. Ильиничем (культурные, социальные психологические, физические, психические, материальные), представляется возможным сформировать полное представление об отношении студенческой молодёжи к физической культуре.

Для повышения уровня вовлеченности обучающихся в занятия по дисциплине «физическая культура» необходимо прежде всего точное понимание текущей ситуации, а именно отношения студентов к дисциплине.

Цель исследования: анализ отношения студенческой молодежи к дисциплине «физическая культура и спорт», а также выявление направленности интересов студенческой молодежи в рамках данной дисциплины.

Материалы и методы исследования

В рамках реализации программы «Совершенствование учебного процесса по дисциплине «Физическая культура» в условиях современного вуза» (2017 г.) авторами статью был проведен опрос студенческой молодежи Белгородского государственного национального исследовательского университета (НИУ «БелГУ»). Выборка социологического исследования охватывает все учебные подразделения НИУ «БелГУ», в общей сложности было опрошено 1902 представителя студенческой молодежи.

В ходе исследования оценивалось отношение студенческой молодёжи к дисциплине «физическая культура», а именно: 1) отношение студентов к дисциплине «физическая культура», 2) мотивационные составляющие обучающихся в области физической культуры, 3) уровень посещаемости занятий дисциплины «физическая культура», 4) частота самостоятельных занятий физическими упражнениями за рамками учебного процесса. Для получения объективной оценки состояния управления развитием физкультурно-образовательным пространством вуза респондентам было предложено оценить данные позиции в пределах от 1 до 10, где 1 – наиболее низкая оценка, 10 – наиболее высокая оценка.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о том, что большинство студенческой молодёжи (89%) положительно относится к дисциплине «физическая культура и спорт». Остальные респонденты выразили нейтральное отношение к данной дисциплине (9%), только 2% опрошенных проявляют негативное отношение к дисциплине «физическая культура».

В процессе социологического исследования было выявлено, что подавляющее большинство обучающихся (83%) рассматривают дисциплину «физическая культура» в качестве самодостаточной ценности для сохранения здоровья. Для остальных респондентов физическая культура представляет ценность в социально-психологическом плане: развлечение, навыки поведения в коллективе, средства социализации, так считают 12% опрошенных. Ещё 5% студентов отмечают культурные ценности (познание, самоутверждение, общение).

Особый интерес для авторов статьи представлял вопрос «Посещаете ли Вы учебные занятия по дисциплине «физическая культура?» Результаты распределились следующим образом: постоянно посещают – 64%, периодически посещают занятия ещё 33%, лишь 3% опрошенных не посещают учебные занятия.

Также в ходе опроса у респондентов спрашивали о том, как часто они занимаются физическими упражнениями (утренняя гимнастика, посещение различных секций). Каждый четвертый респондент, а именно 21% занимается физической активностью ежедневно. 32% опрошенных выполняет физические упражнения 2–3 раза в неделю, ещё 16% респондентов занимаются фи-

зической культурой 1 раз в неделю. Треть студенческой молодёжи (31%) выполняет физические упражнения всего лишь 1 раз в месяц.

При ответе на вопрос о самооценке посещаемости занятий по физической культуре обучающимися, около половины респондентов указало отлично – 45,1%, и хорошо – 39%. Лишь 16% процентов подходят критично к данной оценке. Так, удовлетворительным своё посещение считают – 10,7% респондентов, в то время как плохой свою посещаемость признают – 1,7% респондентов. 3,5% затруднилось дать самооценку. Таким образом, большинство респондентов (84,1%) придерживаются прилежной посещаемости, по крайней мере пытаются идеализировать её.

Необходимо отметить полученные данные студентов спортивного факультета. Так, показатели данных респондентов распределяются следующим образом: «отлично» – 46,6%, «хорошо» – 39,7%, «удовлетворительно» – 9,6%, «плохо» – 2,7%, затруднились ответить – 1,3%. Таким образом, показатели обучающихся факультета «физическая культура» находятся на среднестатистическом уровне, что дает повод задуматься о степени их мотивации в получении профессиональных навыков и умений. В зависимости от курса обучения посещаемость меняется в следующем направлении: I курс посещает на отлично занятия по физической культуре в 42,7% случаях, ко II курсу данный показатель вырастает до 47,6%. Далее наблюдается послабление, так, на III курсе посещаемость возвращается на исходный уровень в 42,6%. Рост посещаемости, связанный со спецификой получаемого образования, фиксируется на IV курсе, где отличная посещаемость находится на отметке 60%.

Различные аспекты, связанные с проблемой состояния материальной базы физкультурно-образовательного пространства вуза обозначило 18,5% опрошенных обучающихся. Остальные варианты ответов не достигли значительного уровня, способного повлиять на общую картину. Необходимо отметить, что четверть (24,6%) опрошенных обучающихся затруднилось ответить на поставленный вопрос, обосновав это идеальной посещаемостью и отсутствием пропусков по физической культуре.

Отметим, что основными причинами, которые не дают студентам активно заниматься физическими нагрузками в вузе и вне, респонденты считают: 76% – отсутствие свободного времени, 24% – плохое состояние здоровья [4]. Но при этом практически каждый третий студент отметил тот факт, что занятия по дисциплине физической культуры в вузе положительно влияют на их состояние здоровья.

В свободное время в дополнение к занятиям по физкультуре в секции или группе по виду спорта большинство обучающихся занимается физической культурой и спортом. Так, половина респондентов (51,2%) указали, что занимаются самостоятельно (один или в компании). Каждый пятый обучающийся, а именно 20,1%, занимается в спортивной секции, клубе вне вуза, ещё 16,6% респондентов выбирает занятия в ещё одной спортивной секции или клубе в вузе. Пятая часть опрошенных – 20,4% не посещает дополнительных занятий по физической культуре, не предусмотренных учебной нагрузкой.

Мнение студентов относительно получаемых в ходе занятий физической культурой навыков и умений распределилось следующим образом: 76,2% обучающихся отмечают приобретение навыка «Технически правильно выполнять физические упражнения». Обучающие отметили высокий уровень следующих приобретённых навыков: «Играть в подвижные и спортивные игры» – 73,2%; «Выполнять упражнения утренней гимнастики» – 72,8%; «Выполнять простые физические упреждения в течение дня» – 72,3%; «Следить за своим физическим развитием и здоровьем» – 71,9%; «Взаимодействовать в команде» – 71,9%. Некоторое снижение отмечается относительно навыка «Контролировать свою работоспособность и предупреждать утомление и перенапряжение» положительно о его усвоении ответили 62,2% респондентов.

В наименьшей степени обучающиеся получают такие навыки, как: «Целенаправленно развивать физические качества, необходимые в моей профессиональной деятельности» – 58,3%; «Планировать и проводить самостоятельные занятия по физической культуре» – 55,6%; «Рационально выстраивать свой распорядок дня» – 50,5%; «Правильно подбирать самостоятельную нагрузку» – 49,5%.

Отметим, что три четвертых опрошенных, а именно 76,5%, не видят необходимости совершенствования преподавания дисциплины «физическая культура». Лишь четверть опрошенных смогли сформулировать недостатки данного предмета. Учитывая обширный характер полученных предложений, авторы статьи структурировали их по тематическому признаку, выделив ряд групп: «Методика преподавания дисциплины»; «Материальная база»; «Виды спорта и двигательной активности»; «Оптимизация расписания»; «Условия посещения дисциплины».

Методика преподавания дисциплины. Наибольшее количество обучающихся (8%) определяют методические аспекты преподавания дисциплины «физическая культура» как элемент, необходимый к изменению. Повышение количества проводимых спортивных соревнований считает необходимым 3,1% опрошенных. Возможность выбора программы занятий по дисциплине «физическая культура» считают важным 2,9% респондентам. В целом разнообразить занятия по данной дисциплине считают необходимым 2,8% опрошенных.

Материальная база. Основные пожелания обучающихся, связанные с совершенствованием технико-материальной базой физкультурно-образовательного пространства вуза заключаются в необходимости установки новых тренажеров, так считает 7,4% обучающихся. Такое же количество (1,4%) респондентов выражает уверенность в необходимости новых душевых и раздевалок. Пополнить инвентарь предлагают вузу 4,1% респондентов.

Виды спорта и двигательной активности. В данной группе наибольшую популярность набрало пожелание убрать шахматы из программы дисциплины «физическая культура и спорт», так считает 0,9% опрошенных. Среди предложений введения новых видов спорта и двигательной активности встречается: аэробика – 3,2%; фигурное катание – 3,1%; бокс – 2,8%; киберспорт – 2,2%; скейтбординг 1,7%; бадминтон – 1,5%; стритбол – 1,3%; стрельба – 1,1%.

Полученные данные относительно уровня удовлетворенности содержанием программы подтверждаются результатами ряда социологических исследований. Так, многие исследователи подчёркивают необходимость модернизации образовательного процесса по дисциплине «физическая культура» на основе спортивных предпочтений обучающихся. Из мало распространенных видов спорта наибольший интерес вызывают плавание, спортивное ориентирование, пулевая стрельба, настольный теннис, чуть меньший – бадминтон, шашки, аэробика, единоборства [5, с. 236].

Оптимизация расписания. Данная группа собрала пожелания, связанные со спецификой расписания посещения дисциплины «физическая культура». Так, наибольшее количество предложений (0,9%) связано с нежеланием обучающихся видеть данную дисциплину первой парой. Часть респондентов (0,2%) предлагает выставлять занятия по физической культуре исключительно в корпусе, где проходят основные занятия.

Данное положение также находит своё подтверждение в работах других ученых. Так, исследователи отмечают, что в число наиболее значимых негативных факторов входит территориальная удаленность спортивных объектов от основного учебного корпуса. Неоптимальный режим занятий (их проведение в конце учебного дня, когда проявляется утомление после предыдущих занятий, или, напротив, наличие в расписании занятий по другим, более сложным, предметам (дисциплинам) после физической культуры) также значительно мешает обучающимся заниматься [5, с. 238].

Условия посещения дисциплины. Свободное посещение занятий по дисциплине «физическая культура и спорт» хотели бы видеть 5,9% респондентов. Более конструктивное предложение исходит от 3,5% респондентов, которые предлагают разрешить обучающимся не посещать данные занятия, но только для полностью освобожденной медицинской группы. В данном случае наблюдается очевидное непонимание всех аспектов, целей и задач, стоящих перед дисциплиной со стороны опрошенной студенческой молодежи.

Во время занятий физической культурой в рамках образовательного процесса опрошенные могут испытывать широкий спектр эмоций и ощущений. Так, положительные эмоции испытывают 58,6% респондентов (приподнятое настроение – 40,7%; радость и вдохновение – 17,9%). Негативные эмоции от посещения занятий по дисциплине «физическая культура и спорт» остаются у 18,8% обучающихся, именно столько респондентов отметило набор маркеров «усталость, безразличие, напряжение». Почти четверть опрошенных (22,6%) затруднились ответить.

Заключение

В качестве заключения хотелось бы привести данные, полученные в ходе глубинного интервью преподавателей кафедры «физическая культура» НИУ «БелГУ». Преподавателям было предложено дать оценку студенческой молодежи, а именно их заинтересованности в занятиях физической культурой. Так, преподаватели и научные сотрудники разделяют диаметрально разные точки зрения. Придерживаются положительной оценки – 46,3% респондентов. Полностью не удовлетворены сложившимся отношением обучающихся 29% опрошенных преподавателей и научных сотрудников. Четверть опрошенных (24,3%) затруднились ответить. В наибольшей степени удовлетворённость отношением обучающихся к занятиям физической культурой и спортом выражают респонденты в возрасте от 41 до 50 лет (52,8%) и в возрасте от 31

до 40 лет (48,8%). Наиболее выраженную неудовлетворённость демонстрируют респонденты в возрасте старше 60 лет (48%) и в возрасте до 30 лет (32,4%). Наибольшее количество респондентов (38,2%) в возрасте от 51 до 60 лет затруднились дать ответ. Отметим, что 59,5% респондентов, чья деятельность связана с организацией физкультурно-образовательной работой со студентами, выражают свою удовлетворённость отношением студенческой молодежи. В то время как 50,5% респондентов, не связанных напрямую с преподаванием дисциплины «физическая культура и спорт», затрудняются ответить на данный вопрос.

Таким образом, исследование отношения студенческой молодежи к дисциплине «физическая культура» показало, что большинство студентов в полной мере осознает важность и значимость дисциплины «физическая культура» не только в рамках учебного процесса, но в рамках личного физического развития и общего укрепления здоровья. Правомерно предположить, что интерес к занятиям физической культурой и спортом уже принимает устойчивость и постоянство в студенческой среде, но, однако, в некоторых случаях фиксируется некоторое снижение данного показателя.

Удовлетворенность условиями и организацией образовательного процесса находится на более высоком уровне, по сравнению с данными исследований, проводимых ранее. Однако выявлены группы факторов, требующие пристального внимания со стороны работников администрации вуза и следуемые к исправлению. Основными группами, вызывающими недовольство обучающихся условиями и организацией физкультурно-образовательного пространства являются: методика преподавания дисциплины; материальная база; виды спорта и двигательной активности; оптимизация расписания; условия посещения дисциплины. Наиболее актуальным фактором требующего анализа и поиска решения является территориальная удаленность спортивных объектов от основного учебного корпуса обучающихся.

Список литературы

1. Горелов А.А., Румба О.Г., Кондаков В.Л. Теоретические основы физической культуры: Курс лекций. Белгород: «ЛитКараВан», 2009. 256 с.

2. Начинская С.В. Спортивная метрология: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. 3-е изд., испр. М.: Изд. центр «Академия», 2011. 189 с.

3. Ильинич В.И. Физическая культура студента. М.: Гардарики, 2000. 448 с.

4. Гончарук С.В. Активный образ жизни и здоровье студента. Белгород: Политерра, 2011. 109 с.

5. Осокина Е.С., Зудин А.Б., Аксенова Е.И., Готская А.И., Дегтярева Т.О. Результаты Всероссийского социологического исследования вовлеченности обучающихся в занятия по предмету (дисциплине) «Физическая культура»: Информационно-аналитические материалы. СПб.: НИЦ АРТ, 2016. 342 с.

УДК 372.881.111.22

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТЕНТИЧНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТЕКСТОВ В ПРОЦЕССЕ ОВЛАДЕНИЯ ГОВОРЕНИЕМ

Золотых Т.И.

Филиал АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», Старый Оскол, e-mail: tatyan-bugakov@yandex.ru

В статье рассматривается потенциал использования трансформационных упражнений разного уровня в овладении говорением, создаваемый на основе аутентичных художественных текстов разговорного характера. Именно такие тексты поддерживают адекватность методического подхода. Проблема, поднятая в тексте, является актуальной. Предметное содержание текстов, их характер, а также сами упражнения являются предпосылкой овладения студентами говорением как видом речевой деятельности. Включение представленных в статье трансформационных упражнений разных видов в обучение иноязычному говорению предполагает использование в обучении второму иностранному языку (на материале немецкого языка) в высших учебных заведениях на начальной ступени обучения. Содержание текста с использованием трансформационных упражнений к нему поможет реализовать аспекты иноязычного образования. Поскольку цель трансформационных упражнений – научить обучающихся делать различного рода преобразования текста в соответствии с заданной экстралингвистической ситуацией. Выполнение трансформационных упражнений позволит овладеть говорением, так как данные упражнения обеспечивают понимание текста на уровне значений и на уровне смысла и «выход» в свободное говорение. Трансформационные упражнения, представленные в комплексе, дадут желаемый результат. В статье также представлены требования к текстам, которым они должны соответствовать.

Ключевые слова: трансформационные упражнения, аутентичные художественные тексты, процесс овладения говорением

THE USE OF AUTHENTIC LITERARY TEXTS IN THE PROCESS OF MASTERING SPEAKING

Zolotykh T.I.

Voronezh Institute of Law & Economics (VILEC), Stary Oskol, branch, e-mail: tatyan-bugakov@yandex.ru

The article discusses the potential of using transformational exercises of different levels in mastering speaking, created on the basis of authentic spoken artistic texts. Such texts support the adequacy of the methodical approach. The problem raised in the text is relevant. The substantive content of the texts, their character, as well as the exercises themselves are a prerequisite for students to master speaking as a type of speech activity. The inclusion of the transformational exercises of the different types presented in the article in teaching foreign language speaking implies the use of the second foreign language in teaching (on the material of the German language) in higher educational institutions at the initial level of instruction. The content of the text using transformational exercises to it will help to realize the aspects of foreign language education. Since the goal of transformational exercises is to teach students to do various kinds of text transformations in accordance with a given extra-linguistic situation. Performing transformational exercises will allow you to master speaking, because these exercises provide an understanding of the text at the level of values and at the level of meaning and «output» in free speaking. Transformational exercises presented in the complex, will give the desired result. The article also presents the requirements for the texts to which they must comply.

Keywords: transformational exercises, authentic literary texts, the process of mastering speaking

В современной методике обучения иностранным языкам использование художественного текста рассматривается с различными целями. В контексте организации процесса овладения говорением как видом речевой деятельности обратим внимание на две работы.

Так, Н.В. Гераскевич (2000 г.) в обучении творческому монологическому высказыванию предлагает применять эвристический метод, основанный на создании проблемных ситуаций и их разрешении. Развитие эвристических умений происходит на основе информации, содержащейся в комментариях к оригинальному художественному тексту. Использование данных комментариев помогает преодолевать стереотипную форму мышления, поскольку настраивает учащихся на преобразование и обогащение содержания высказывания. При этом за счет уменьшения репродуктивной части монологического высказывания возрастает его продуктивная часть. В результате преодоления линейного характера построения текста, распределения информации по блокам и включения комментариев достигается подвижность логико-семантической схемы.

Н.Н. Володина (2002 г.) предлагает свою «систему упражнений», обеспечивающую продуцирование «интерпретационного монологического высказывания». Реализация предлагаемых ею упражнений происходит

на основе интерпретации художественных текстов малой формы (басни, анекдоты, притчи, короткие рассказы, лирические стихотворения).

Для совершенствования монологических умений Н.В. Гераскевич использует упражнения условно-творческие и творческие. Творческие упражнения дают возможность реализовать творческий потенциал мышления учащихся за счёт преобладания продуктивной (творческой) информации в речи. Условно-творческие упражнения характеризуются переработкой на уровне отдельных структурных компонентов и смысловой переработкой на уровне всего текста. «Перифраз, основанный на преобразовании вокабуляра, помогает реализовать принцип познавательного исследовательского поиска в работе с текстом оригинального характера. Для этого предлагаются следующие упражнения:

а) прочтите абзац (комментарий) и выпишите из него ключевые слова;

б) замените ключевые слова и выражения на синонимы;

в) по ключевым словам реконструируйте текст (комментарий);

г) составьте собственный комментарий к выбранному слову или словосочетанию из текста» [1, с. 17].

Творческие упражнения делятся на упражнения по преобразованию текста и упражнения по ситуации. Первые упражнения предполагают изменение хода событий текста на основе комментариев, что важно в плане развития творческой активности учащихся по презентации собственного высказывания. Цель творческих упражнения по ситуации – помочь учащимся самоактуализоваться, то есть выразить отношение к прочитанному с субъективных позиций. Названные упражнения можно охарактеризовать как личностно-ориентированные.

Упражнения, предложенные Н.Н. Володиной, состоят из двух подсистем: упражнения, направленные на формирование умений анализа поверхностной структуры художественного текста; упражнения, направленные на формирование и совершенствование умений создания интерпретационного монологического высказывания. Каждая из данных подсистем включает два комплекса упражнений: 1) подготовительные; 2) коммуникативные. Упражнения первого комплекса подготавливают студентов 1) к осуществлению анализа поверхностной структуры художественного текста в рамках первой подсистемы; 2) к созданию интерпретационного высказывания в рамках второй подсистемы. В комплексы подготовительных упражнений входят разные виды и типы упражнений, которые носят как языковой, так и речевой характер. В комплексы коммуникативных упражнений первой и второй подсистемы также входят разные виды и типы упражнений, но все они являются подлинно речевыми и творческими, моделирующими естественные ситуации общения» [2, с.77].

Авторами данных работ представлены интересные упражнения на основе оригинальных художественных текстов. Н.В. Гераскевич предлагает строить обучение творческому монологическому высказыванию по прочитанному оригинальному художественному тексту учащихся старших классов школ гуманитарного типа. Н.Н. Володина использует интерпретацию художественного текста как средство совершенствования иноязычной речи на старших курсах языкового вуза.

Мы предлагаем использовать комплекс трансформационных упражнений на основе аутентичного художественного текста, направленный на обучение говорению студентов, изучающих иностранный язык (немецкий), как второй иностранный на начальной ступени обучения, который может быть использован как на языковом факультете, так и на неязыковом.

Мы предлагаем организовать овладение иноязычным говорением с использованием трансформационных упражнений разных видов на основе аутентичных художественных текстов особого плана (см. далее). Цель трансформационных упражнений – научить обучающихся делать различного рода преобразования текста в соответствии с заданной экстралингвистической ситуацией. Данный процесс представляет собой организацию овладения речевым материалом в чтении и говорении. Использование взаимосвязи этих двух видов речевой деятельности весьма продуктивно и реализуется в заданиях (упражнениях) трех видов: первые «вычерпывают» содержание текстов, вторые помогают это содержание осмыслить, задания же третьего типа транспонируют содержание и смысл текстов на личность говорящего. Мы считаем, что аутентичные художественные произведения адекватны данной цели лишь в том случае, если они являются образцом самой речи. Содержание текста с использованием трансформационных упражнений к нему помогает реализовать воспитательный, развивающий и познавательный аспекты иноязычного образования. Для того чтобы открыть все возможности использования художественного текста, следует соотнести особенности речи, которыми должны овладеть обучаю-

щиеся, и характер художественных текстов. Обратимся с этой целью к работе известного отечественного лингвиста-лексиколога В.Д. Девкина, подробно рассмотревшего особенности немецкой разговорной речи. Данные особенности проявляются в построении недвусмысленных предложений, в средствах выражения сказуемого, в побудительных, вопросительных и восклицательных предложениях, в использовании междометий и т.д. Автор характеризует разговорную речь «с точки зрения синтаксиса, который отличается зыбкостью границ предложений и их смещением, а в случае необходимости и перераспределением логико-синтаксических отношений с уровня отношений слов внутри одного предложения на уровень отношений между разными предложениями» [3, с. 9].

В.Д. Девкин указывает также на разнообразие стилистических норм разговорной речи. Поскольку «разговорная речь применяется в повседневном обиходе, она стремится к простоте, конкретности, образности, избегает абстрактности, рассудочности» [3, с. 11]. Стремление к выразительности, постоянное присутствие субъективного момента, эмоциональная окрашенность, – вот ее основные характерные черты [3, с. 11].

Овладеть такой немецкой разговорной речью нам поможет соответствующий аутентичный художественный текст.

Логика наших рассуждений следующая: если к высказыванию предъявляются такие требования, как целенаправленность, логичность, эмоциональность, информативность и содержательность, то и процесс овладения говорением должен ориентироваться на тексты, которые по названным аспектам могут быть для обучающихся образцовыми.

Преимущества аутентичного художественного текста заключаются в том, что в данном тексте отражаются иллюстрации традиций, обычаев, образа жизни народа страны изучаемого языка [4, с. 79]. Через текст обучающиеся усваивают новые знания о духовных ценностях носителей изучаемого языка. Отражение в текстах живой реальной жизни вызывает интерес студентов, готовность обсуждать материал, вступать в дискуссию. Эффективным средством привлечения внимания обучающихся к реальной действительности является объяснение информации, заключенной в тексте, дает возможность сравнивать и находить различное и общее в реалиях, положительно влияет на личностно-эмоциональное состояние студентов, обеспечивает возможность одновременного обращения к языку и культуре. Кроме того, аутентичные тексты характеризуются живой интонацией разговорной речи, естественной эмоциональностью, заполнителями пауз – характерные признаки естественного неформального общения. Аутентичные тексты усиливают мотивацию к изучению иностранного языка [5].

В то же время признаками аутентичности художественного текста являются строгая логическая взаимосвязь отдельных частей, последовательность изложения, развернутость высказывания, наличие различных стилистических приемов и имен собственных.

Аутентичные тексты, не обработанные и не адаптированные, отличаются необходимой избыточностью [6], что дает тексту возможности для «выхода в речь», благодаря чему каждый обучающийся может найти в прочитанном художественном тексте то, что интересует и волнует его лично.

Мы уверены, что овладеть говорением возможно на основе выполнения трансформационных упражнений, поскольку они, во-первых, обеспечивают понимание текстов как на уровне значений, так и на уровне смысла и, во-вторых, дают выход в свободное говорение.

На наш взгляд, художественные тексты, используемые с целью овладения говорением, должны соответствовать следующим требованиям: быть информативными и содержательными, логически целостными и проблемными, а также иметь разговорный характер.

Многие произведения, написанные современными немецкими авторами, отвечают названным требованиям. В своих рассказах авторы повествуют о жизненных ситуациях. Для данных текстов характерна непосредственная контактность и синхронность общения. На это следует обращать внимание студентов при выполнении упражнений (см. далее).

Для того чтобы тексты сыграли свою роль, их нужно обсуждать с учетом следующих моментов: насколько ярко выражена сюжетная линия, описаны ли цели поступка, эксплицирован ли мотив поступка главного (действующего) лица/героя произведения, какова цель речевого поступка говорящего, каков мотив деятельности говорящего.

Материалы и методы исследования

Для организации процесса овладения говорением нами были взяты аутентичные художественные тексты следующих авторов: Renate Welsch, Max Kruse, Irmela Brender, Irmela Wendt, Hans Manz, Günter Bruno Fuchs, Christine Nöstlinger, Margret Steenfatt, Tilde Michels, Susanne Kilian, Evelyn B. Mardey и др. Эти современные авторы, на наш

взгляд, умело и психологически обоснованно объединяют фантазию с самыми насущными проблемами сегодняшней жизни в Германии. Содержание некоторых художественных текстов говорит о необходимости нормальных семейных отношений, взаимного уважения, доверия и понимания, о проблеме настоящего и мнимого авторитета родителей. В некоторых текстах отражается проблема взрослых, забывших свое детство, превратившихся в домашних тиранов, мелочных деспотов. Основная тема таких текстов – отсутствие доверия между родителями и детьми, отчуждение между ними, конфликты, которые решаются по-разному.

Некоторые авторы часто пишут о людях, попавших в беду, об отверженных, инвалидах, очень часто эти тексты лишены сентиментальности, ведь автор хочет помочь, а не разжалобить. В жизни немало проблем, и не все они разрешимы.

В аутентичных художественных текстах можно встретить фразеологизмы [7] практически всех видов: они хорошо запоминаются и легко входят в активный лексический запас.

Методическая значимость художественного текста заключается в том, что он может служить основой совершенствования речевых навыков [8], развитию чувства языка, повышению коммуникативно-познавательной мотивации, положительно воздействует на личностно-эмоциональное состояние обучающихся.

Трансформационные упражнения предполагают трансформации разного уровня. Так, упражнения, направленные на совершенствование речевых навыков, являются упражнениями более низкого уровня (трансформация на уровне слов и словосочетаний). В упражнениях, направленных на развитие речевого умения, текст является поводом для разговора. Трансформационные упражнения обеспечивают совершенствование навыков и выход в речь на этапе развития речевого умения.

Работа механизма трансформации связана с работой других речевых механизмов: выбор, комбинирование, репродукция, продукция. Обеспечение работы механизмов на разных уровнях – на уровне слова, словосочетания, фразы, сверхфразового единства – приведет к развитию речевого умения.

Результаты исследования и их обсуждение

Проиллюстрируем возможность использования трансформационных упражнений, на основе описанных выше аутентичных художественных текстов. Обращаем внимание на то, что тексты разнообразны не только по содержанию, но и по их предъявлению. Представленный в статье художественный текст написан австрийской писательницей. Это аутентичный художественный текст разговорного характера.

Организация трансформационных упражнений представлена преобразованиями на уровне слова, словосочетания, предложения и высказывания [9].

Renate Welsch

Familiengeschichte

Hausmitteilung eines Personalchefs an den Firmeninhaber:

Der Hilfsarbeiter Mirko M. bringt am 17.8. ein Telegramm und bittet um ein paar Tage Urlaub. Seine Mutter liegt angeblich schwer krank im Spital. Er hat keinen Urlaubsanspruch, ich lehne daher ab. Bekanntlich weiß man bei den Leuten nie, ob diese Familiengeschichten stimmen, heute ist es die Mutter, morgen der Onkel, übermorgen die Tochter. Am nächsten Tag erscheint M. nicht zur Arbeit, auch am übernächsten nicht. Rückfrage im Gastarbeiterquartier ergibt, er sei heimgefahren. Eine Woche später kommt er zurück und will wieder arbeiten. Ich beantrage seine Entlassung. Man kann diese Dinge nicht einreißen lassen.

Wie kann man das anders sagen?

die Hilfskraft …
das Fernschreiben …
die Urlaubszeit …
das Krankenhaus …
die Anfrage …
die Abberufung …

Welches Verb gehört zu welchem Nomen? Ordnen Sie die Verben richtig zu.

1. ein Telegramm	a) kommen
2. im Krankenhaus	b) haben
3. die Ferien	c) erscheinen
4. zur Arbeit	d) zeigen
5. der Urlaubsanspruch	e) zurückkommen
6. Im Gastarbeiterquartier	f) bieten
7. Auf die Arbeit	g) legen

Was passt hier zusammen?

1. Der Hilfsarbeiter Mirko M. bringt ein Telegramm.	a). Die Mutter ist krank und befindet sich im Krankenhaus.
2. Mirko M. bittet um ein paar Tage Urlaub.	b). Ein paar Tage kommt Mirko M. zur Arbeit nicht.
3. Die Mutter liegt schwer krank im Spital.	c). Der Gehilfe Mirko M. zeigt ein Telegramm.
4. Am nächsten Tag erscheint Mirko M. nicht zur Arbeit, auch am übernächsten nicht.	d). Mirko M. bittet um ein paar Tage Ferien.
5. Eine Woche später kommt er zurück.	e). Er will den Dienst aufnehmen.
6. Er will wieder arbeiten.	f). Mirko M. gibt die Arbeit auf.
7. Mirko M. beantragt seine Entlassung.	g). In ein paar Tagen kehrt Mirko M. zurück.

Setzen Sie die Wörter aus dem Kasten in der richtigen Form in die passenden Lücken. Hinweis: Zwei Wörter passen in keine Lücke.

die Poliklinik die Ferien der Gehilfe kommen das Krankenhaus der Hilfsarbeiter kehren die Abberufung

1. … Mirko M. bringt ein Telegramm.
2. Der Hilfsarbeiter bittet um ein paar Tage ….
3. Mirkos Mutter liegt angeblich schwer krank in ….
4. Am nächsten Tag … M. nicht zur Arbeit.
5. Eine Woche später … er zurück.
6. …will wieder arbeiten.

Представленные выше упражнения демонстрируют трансформацию низкого уровня – трансформация на уровне слова и словосочетания. В последующих упражнениях происходят преобразования более высокого уровня, поскольку текст является поводом для обсуждения. В данных упражнениях навыки совершенствуются и обеспечивается выход в речь.

Bestimmen Sie, ob diese Sätze dem Inhalt der Erzählung entsprechen. Wer was gesagt hat? Suchen Sie entsprechende Teile der Erzählung heraus (richtig/falsch)

1. Der Hilfsbereiter Mirko M. bringt am 18.7 ein Telegramm und bittet um ein paar Tage Urlaub.
2. Seine Mutter ist krank und befindet sich im Krankenhaus.
3. Er hat einen Urlaubsanspruch, ich lehne daher ab.
4. In der nächsten Woche erscheint M. nicht zur Arbeit, auch in der übernächsten nicht.
5. In einer Woche kehrt er zurück und will wieder arbeiten.
6. Ich schlage es vor ihn zu entlassen. Man darf nicht diese Dinge unbestraft lassen.

Suchen Sie Antworten auf folgende Fragen.

1. Was ist Mirko M. von Beruf?
2. Wo arbeitet er?
3. Von wem hat er ein Telegramm bekommen?
4. Was ist mit seiner Mutter los?
5. Warum sei er heimgefahren?

Таким образом, выполнение упражнений на уровне слова, словосочетания, сверхфразового единства подводит обучающегося к беспрепятственному выполнению трансформации на уровне высказывания.

Stellen Sie sich vor, dass Sie Mirko sind. Was würden Sie Ihrem Chef sagen, damit er Sie freistellt?

Исходя из установки задания, предполагается высказывание-убеждение. Говорящий от лица Мирко должен убедить своего шефа, чтобы тот отпустил его на несколько дней с работы. Аргументы должны быть вескими. Задача может быть и другой. Например:

Stellen Sie sich vor, dass Sie Mirko sind. Jetzt sind Sie arbeitslos. Lohnt es sich, darüber traurig zu werden?

В данном случае высказывания обучающихся будут строиться с учетом того, чтобы утешить главного героя. Что можно найти другую работу и не стоит опускать руки, что бы ни совершалось, все к лучшему.

Was denken Sie, hat Mirkos Chef Recht?

Предполагается высказывание-осуждение руководства Мирко, несогласие с его мнением. Все мы люди, у всех нас бывают непредвиденные обстоятельства.

Stellen Sie sich vor, dass Sie Mirkos Freund sind. Erzählen Sie uns über ihn.

Данная установка предполагает высказывание о Мирко как об ответственном и положительном человеке, который придет на помощь в любую минуту. Можно привести пример из жизни, где Мирко не бросил товарища в трудную минуту и оказал посильную помощь.

Warum hat er Mikros Urlaubspause abgelehnt?

Данная установка предполагает объяснение поведения поступка начальника Мирко, помогает понять, какая именно причина послужила тому, что его не отпустили. Возможно, у него нет родственников и он не понимает, каково это, когда заболел родной человек.

Выше представленный текст был взят неслучайно: проблема взаимоотношения между работником и работодателем всегда актуальна. Текст максимально погружает обучающегося в проблему, именно заинтересованность предполагает продуктивное выполнение упражнений и «выход» в речь.

Выводы

Из изложенного выше следует, что использование аутентичных художественных текстов и соответствующих трансформационных упражнений обеспечивает необходимый содержательный базис процесса овладения говорением на начальном этапе обучения иностранному языку, в частности немецкому, как второму. И независимо от ситуации реального общения и речевой задачи говорящий сможет повлиять на своего собеседника в желаемом направлении. Интенсивная тренировка обучающихся в трансформациях разного уровня обеспечит развитие речевого умения.

Список литературы

1. Гераскевич Н.В. Обучение творческому монологическому высказыванию по прочитанному оригинальному художественному тексту учащихся старших классов школ гуманитарного типа (на материале французского языка): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Томск, 2000. 22 с.

2. Володина Н.Н. Интерпретация художественного текста как средство совершенствования иноязычной речи на старших курсах языкового вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Горно-Алтайск, 2002. 233 с.

3. Девкин В.Д. Особенности немецкой разговорной речи. М.: Международные отношения, 1965. 320 с.

4. Пассов Е.И., Кузовлева Н.Е. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования: методическое пособие для преподавателей русского языка как иностранного. М.: Русский язык. Курсы, 2010. 568 с.

5. Коваленко О.И. Аутентичные материалы как средство обучения иностранному языку: объем содержания понятия и его структура Республика Беларусь Минск // БГМУ [Электронный ресурс]. URL: https://docplayer.ru/27890607-Autentichnye-materialy-kak-sredstvo-obucheniya-inostrannomu-yazyku-obem-soderzhaniya-ponyatiya-i-ego-struktura.html (дата обращения: 25.02.2019).

6. Гейко Н.Р. Аутентичный художественный текст в современной методике преподавания иностранного языка [Электронный ресурс]. URL: http://umotnas.ru/umot/gejko-n-r-autentichnij-hudojestvennij-tekst-v-sovremennoj-meto/ (дата обращения: 27.02.2019).

7. Киян О.Н. Аутентичность как методическая категория в обучении иностранному языку // Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена [Электронный ресурс]. URL: https://www.isuct.ru/conf/antropos/section/4/KIYAN.htm (дата обращения: 21.02.2019).

8. Жумагулова Ф.М. Текст как средство развития устной речи // ИГУ им. К.Тыныстанова [Электронный ресурс]. URL: http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/IGU_JUMAGULOVA_2012-31.pdf (дата обращения: 20.02.2019).

9. Пассов Е.И. Терминосистема методики, или Как мы говорим и пишем. СПб., 2015. 117 с.

УДК 376.5

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ЗАДАНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО И ПРОДУКТИВНОГО ХАРАКТЕРА КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Зуева Ф.А.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: flyura-zueva @rambler.ru

В статье раскрывается проблема развития мышления обучающихся, проанализированы исследования о взаимосвязи мышления с возникновением ситуационных задач, направленных на решение проблем, и оперативной трансформации условий, в которых данные задачи представлены. Отмечается, что мышление рассматривается как совокупность теоретической и практической деятельностей особенного рода, предполагающих возникновение системы действий и операций познавательного, точечно-центрированного, исследовательского и преобразовательного характера. Представлена сущность репродуктивной деятельности как платформы для систематического накопления знаний об окружающей действительности, охватывающая совокупность заданий, включающих в себя воспроизведение и реконструкцию знаний по отдельно взятой сфере деятельности; а также комплексных заданий, интегрирующих знания из различных областей. Средством вовлечения обучающихся в продуктивную деятельность являются творческие задания, в результате решения которых появляется субъективно новая идея и необходимость взаимодействия в условиях функционирования цифровой информационной среды. Определено, что развитие мышления обучающихся будет эффективным, если в процессе освоения содержания образования будет разработана система заданий репродуктивного и продуктивного характера на основе их оптимального сочетания. Подчёркивается, что оптимум не является абсолютной величиной: при решении одних заданий в зависимости от конкретных образовательных целей более результативным окажется один вариант сочетания, при решении заданий иного плана – другой.

Ключевые слова: мышление, репродуктивные задания, творческие задания, сочетание заданий, развитие

THE OPTIMAL COMBINATION OF PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE TASKS AS A CONDITION OF DEVELOPMENT OF THINKING OF STUDENTS

Zueva F.A.

Urals State Humanitarian and Pedagogical University», Chelyabinsk, e-mail: flyura-zueva @rambler.ru

The article deals with the problem of development thinking, analyzed research on the relationship of thinking with the emergence of situational tasks aimed at solving problems and operational transformation conditions in which these tasks are presented. It is noted that thinking is considered as a combination of theoretical and practical activities of special kind, involving the emergence of systems and operations, dotted-centered, research and transformative nature. Represented the essence of reproductive work as a platform for systematic knowledge about the surrounding reality, encompassing the set of tasks, including reproduction and renovation of knowledge on a given sphere activities; as well as the complex tasks that integrate knowledge from different fields. Means of engaging students in productive activities are creative jobs, a decision which appears subjective new idea and need for interaction in the context of digital information environment. It was determined that the development of the thinking of learners will be effective, if in the process of mastering the content of education is a system of productive and reproductive tasks on the basis of their optimal combination. It is emphasized that the optimum is not absolute value: when solving some tasks, depending on the specific educational goals will prove more productive one option combination, in addressing the jobs plan-other.

Keywords: thinking, reproductive tasks, creative tasks, the combination of tasks, development

Происходящие в мире социально-экономические преобразования приводят к появлению высокотехнологичных отраслей, что ведет за собой усложнение содержания и технологий образовательной деятельности по подготовке будущих специалистов. Данная деятельность, предполагающая использование наукоёмких и цифровых технологий, требует не только непрерывного вырабатывания профессиональных компетенций, но и развитого мышления.

Существующая практика подготовки обучающихся в образовательных организациях профессионального образования, прежде всего, ориентирована на получение обучающимися определённой совокупности профессиональных компетенций, без учёта особенностей их мышления.

Современный же специалист на фоне стремительного увеличения новых секторов экономики, генерирующих кардинально новые потребности, должен обладать способностью к исследованиям, выстраиванию причинно-следственных связей и принятию на этой основе оптимальных решений в поливариантной цифровой среде, оперативной адаптацией к постоянно меняющимся условиям профессиональной деятельности, то есть обладать развитым мышлением. Подготовка подобного специалиста прак-

тически неосуществима в условиях доминанты репродуктивного обучения и требует существенного пересмотра подходов к профессиональному образованию.

Цель исследования: демонстрирование в образовательном процессе способов обучения, ориентированных на развитие мышления обучающихся, на основе оптимального сочетания заданий репродуктивного и продуктивного характера.

Материалы и методы исследования

Во все времена перед педагогами стояла проблема, как научить обучающихся мыслить. Один из исследователей К. Дункер, предопределяя смысл мышления, подчеркивал, что «у здравого смысла прекрасный нюх, но зато старчески тупые зубы» [1, с. 104]. Исследователь имел в виду, что созидательность мышления не сводится ни к совокупности традиционных взглядов на окружающую действительность, ни к жизненному опыту, составляющим ядро «здравого смысла». Мышление как процесс движения раскрывает суть вещей, и итогом является не конкретный образ, а некая идея. При этом результатом мыслительной деятельности может выступить понятие, отражающее обобщенную форму суждений в их наиболее общих и существенных характеристиках. Мышление, являясь высшим познавательным процессом, способствует порождению не только новых знаний, но и возникновению активных форм преобразовательной деятельности. Мышление может вызвать такой результат, на какой субъект на данный момент времени даже не рассчитывает. То есть мышление рассматривается как процесс получения новых знаний, творческое преобразование имеющихся теоретических и практических представлений. Существенное отличие процесса мышления от остальных психологических процессов содержится также в том, что оно неизменно связано с возникновением проблемной ситуации, которую необходимо разрешить, и видоизменением условий, задающих данную ситуацию [2].

Таким образом, мышление рассматривается как совокупность теоретической и практической деятельностей особенного рода, предполагающих возникновение системы действий и операций познавательного, точечно-центрированного, исследовательского и преобразовательного характера. Сущностью мышления является направленность поэтапного процесса решения заданий, обеспечивающих движение мыслительных операций по мере взаимодействия субъекта с окружающей информационно-образовательной средой.

Многоаспектный и сложный характер процесса развития мышления обучающихся требует его выстраивание с учётом способов отражения наиболее общих связей и закономерностей окружающей образовательной среды, одним из которых является решение репродуктивных и продуктивных заданий в определённом сочетании. В основу образовательной деятельности положен подбор заданий, предполагающих формирование функциональной грамотности обучающихся в рамках углублённого изучения одной предметной сферы; комплексных заданий на применение суммы накопленных знаний из различных областей, в том числе с применением цифровых технологий; заданий на определение способов решения проблемных вопросов. Поисковый характер решения способствует освоению обучающимися знаний, нахождению приёмов умственных действий и переносу данных знаний при решении проблемных ситуаций. Практическая трансформация теоретических представлений возможна на основе сочетания меняющихся в зависимости от степени сложности заданий, на каждом из этапов познавательной деятельности. Определение характера деятельности обучающихся – продуктивной либо репродуктивной будет определяться выделением в каждом виде деятельности необходимых для решения заданий компетенций.

Многократное воспроизведение обучающимися знаний и действий, полученных в процессе обучения, по определенному эталону, рассматривается как репродуктивная деятельность. Каждое задание и операция имеют определенный алгоритм действий, в основу которых положены аккумулирванные авторитетные мнения: правила, законы, аксиомы, формулы. Именно они и формируют инструкции либо алгоритмы, которыми руководствуются обучающиеся в процессе решения заданий. При этом алгоритмизация рассматривается как один из видов предоставления обучающимся ориентиров для реализации обозначенной деятельности.

Приобретение обучающимися навыков при решении заданий происходит при неоднократном воспроизведении имеющихся знаний и способов деятельности, и количество воспроизведений зависит от степени усвоения обучающимися учебного материала [3].

Продуктивная деятельность предполагает такую форму представления заданий, когда при наличии заданных количественных и качественных значений присутствуют элементы с незаданными свойствами, значениями, либо стихийно возникшая проблема требует оперативного разрешения.

Нередко суть решения творческих заданий заключается в согласовании текста заданий с необходимыми требованиями к их решению, в том числе и разработке новых требований.

Д. Пойа, характеризуя продуктивные задания, утверждал, что можно изведать великое удовольствие на основе усилия умственной деятельности, если задача «… бросает вызов любознательности и заставляет вас быть изобретательным, и если вы ее решаете собственными силами, то вы сможете испытать ведущее к открытию напряжение ума и насладиться радостью победы» [4, с. 5].

Задания продуктивного характера по своему содержанию, действительно, могут приближаться к изобретательским заданиям, так как в них присутствует элемент исследования. Однако, в отличие от изобретений, результат решения творческих заданий не предполагает какое-то научное открытие, но имеет огромную значимость для обучающихся, так как способствует активизации их познавательной деятельности. Следовательно, в образовательном процессе, прежде всего, необходимо ориентироваться на субъективную новизну продуктивной деятельности.

В контексте вышесказанного С.Л. Рубинштейн отмечал, что развитие не всегда является результатом овладения знаниями и способами действий, оно происходит на основе формирования потенциальных возможностей человека в виде спиральной траектории. То есть развитие возможностей до определённого уровня дает возможностям раскрываться в процессе последующей их реализации на более высоком уровне развития [5].

Как отмечает В.А. Беликов, действия, направленные на воспроизведение полученных знаний по заданному эталону, создают основу для продуктивной деятельности только в том случае, если находятся новые способы решения практических заданий, происходит перенос знаний при решении конкретных, в том числе стихийно возникающих проблемных ситуаций [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Итак, анализ литературных источников указывает на то, что обеспечение достаточного уровня развития мышления вероятно только в том случае, если обучающимся представлена возможность для приобретения опыта практической деятельности при решении заданий в процессе репродуцирования и продуцирования полученных знаний. Решение репродуктивных заданий предполагает не просто механическое воспроизведение знаний учебного материала, включает в себя также исполнение, преобразование, реконструкцию и даже элементы творчества.

В контексте искусственно созданных проблемных ситуаций, вызванных необходимостью формирования навыков работы с различными видами информации, предполагается создание нового продукта деятельности при наличии избыточного или недостаточного количества данных, либо полного их отсутствия с последующим их установлением. Обучающиеся вынуждены исследовать заданные свойства явлений, в том числе принципов и закономерностей поведения информационных систем по обеспечению функционирования различных сфер человеческой деятельности. В конечном итоге направленность заданий продуктивного характера способствует выстраиванию и реализации траектории саморазвития обучающихся.

Таким образом, в реальности существует композиция репродуктивной и продуктивной деятельности, так как решение творческих и исследовательских заданий обучающимися возможно при наличии прочного знаниевого базиса, подготовленного репродуктивной составляющей образовательного процесса. Элементы творчества в деятельности репродуктивного характера возникают в случае трансформации данных, необходимых для решения сложных или комплексных заданий.

Итак, конструирование системы заданий репродуктивного и продуктивного характера определяется следующими позициями и предполагает некую этапность:

1) доминирование репродуктивной деятельности по отношению к продуктивной деятельности при решении предметно-практических, исполнительских заданий, предусматривающих описание процессов и способов действий с использованием цифровых технологий, конкретизацию и обобщение учебного материала; получение продуктов деятельности по заданному алгоритму;

2) сочетание репродуктивных и продуктивных заданий 1:1 при отработке практических действий в стандартных ситуациях с предоставлением всех необходимых данных, синтезирующих знания из различных предметных областей с установлением причинно-следственных связей, в том числе при создании цифрового контента в различных форматах;

3) превалирование продуктивной составляющей в заданиях по моделированию объекта для приобретения им необходимых

свойств в процессе осмысления; выстраивание логических связей на основе возникающей аналогии, анализа и синтеза представленных данных, выражение собственных подходов в теоретической части и воплощение идей в практической части;

4) доминирование творческой составляющей, охватывающей широкий спектр использования технологических стратегий при формировании, внедрении и продвижении смоделированного объекта деятельности, где репродуктивная составляющая является менее существенным элементом [7].

Выводы

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что деятельность обучающихся состоит из сочетания репродуктивной и продуктивной составляющих образовательного процесса. Платформой для систематического накопления знаний об окружающей действительности является репродуктивная деятельность, охватывающая совокупность заданий, включающих в себя воспроизведение и реконструкцию знаний по отдельно взятой сфере деятельности; а также комплексных заданий, интегрирующих знания из различных областей. Средством вовлечения обучающихся в продуктивную деятельность являются творческие задания, в результате решения которых появляется субъективно новая идея, и необходимость взаимодействия в условиях функционирования цифровой информационной среды. Продуктивная деятельность проявляется в интеллектуальном развитии, в накоплении обучающимися опыта нестандартных решений. При этом целью творчества в процессе решения заданий может являться и создание реального изобретения, и квазиизобретения, происходящего в несколько упрощённом варианте, но опирающегося на технологическое осмысление поставленной задачи и учитывающего выявление усложняющихся мысленных преобразований.

Практика показывает, что выполнение репродуктивных и продуктивных заданий обеспечивает углубление теоретических знаний обучающихся, формирует навыки поиска принципов решения при возникновении проблемных вопросов, накопление опыта нахождения решений как в теоретическом, так и в практическом конструктивно-манипулятивном плане. Для этого необходимо организовать образовательный процесс, направленный на развитие мышления, таким образом, чтобы идея, возникшая в результате теоретического поиска принципов решения заданий, воплощалась на практических занятиях в конкретных технологических и информационных продуктах деятельности.

При этом данная деятельность формирует у обучающихся четкую убеждённость в том, что решение многофакторных заданий может быть найдено только при наличии глубоких знаний, которые формирует репродуктивная и продуктивная деятельность в определенном сочетании. В этом случае эффект в достижении конкретной образовательной цели возможен при анализе структуры занятий различных типов, накладывающих отпечаток на определение сочетания заданий репродуктивного и продуктивного характера [8].

Необходимо подчеркнуть, что взаимосвязь репродуктивной и творческой деятельности опирается на принцип диалектического единства, предостерегающего педагогов от создания развивающей образовательной среды, ограниченной либо односторонним эвристическим подходом к обучению, либо опирающейся только на традиционный формат накопления определённой суммы знаний, умений и навыков, недостаточно обеспечивающих подготовку обучающихся к функционированию в условиях творческой деятельности. Развитие мышления на основе оптимального сочетания репродуктивных и продуктивных заданий возможно только в условиях определённой согласованности разноплановой деятельности обучающихся, охватывающей направления «сквозных» технологий и перспективные направления исследований и разработок в области цифровых технологий.

Рассматривая оптимизацию как наиболее подходящий путь к достижению образовательных целей, стоит подчеркнуть, что оптимум не является абсолютной величиной, так как эффективность результатов в аспекте одних предложенных условий неравнозначна в аспекте иных предложенных условий. При решении одних заданий в зависимости от конкретных образовательных целей более результативным окажется один вариант сочетания, при решении заданий иного плана – другой.

Приведённые подходы не исчерпывают всей полноты изучаемой проблемы и демонстрируют необходимость её дальнейшей разработки и, в частности, состава и структуры заданий репродуктивного и продуктивного характера. Однако на настоящий момент окажет определённую помощь педагогам при проектировании системы заданий по развитию мышления, что позволит вывести профессиональную подготовку будущих специалистов на качественно новый уровень.

Статья подготовлена по результатам начальных научных исследований, проводимых в рамках научного проекта «Образовательная среда формирования профессионально значимых личностных ресурсов обучающихся как структурный компонент национальной системы профессионального роста учителей будущего в области естественнонаучного, географического и технологического образования», включенного в Комплексную программу научно-исследовательской, проектной и научно-организационной деятельности ЮУНЦ РАО «Педагогическое образование на Южном Урале: научные основы развития и инноваций».

Список литературы

1. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления. М: Изд-во «Прогресс», 1965. С. 86–234.

2. Реан А.А. Психология личности. СПб.: Питер, 2016. 299 с.

3. Хуторской А.В., Король А.Д. Эвристический практикум по основам педагогики. Гродно: ГрГМУ, 2010. 184 с.

4. Пойа Д. Как решать задачу: пособие для учителя, пер. с англ. под ред. Ю.М. Гайдука. М.: Учпедгиз, 1959. 208 с.

5. Беликов В.А. Образование. Деятельность. Личность: монография. М.: Академия естествознания, 2010. 340 с.

6. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2015. 705 с.

7. Зуева Ф.А. Развитие технического мышления обучающихся в образовательном процессе: монография. Челябинск: ООО «Пронто», 2018. 184 с.

8. Сериков Г.Н. Гуманно ориентированная системно-синергетическая интерпретация человеческого ресурса // Вестник ЮУрГУ. Сер. Образование. Педагогические науки. 2010. Вып. 10. № 36 (212). С. 9–17.

УДК 378.14

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА ЭРАЗМУС+ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММЫ ПРИКЛАДНОГО БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РФ, КИТАЕ И АЗЕРБАЙДЖАНЕ»

Игнатьев В.П., Архангельская Е.А.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: vpi_50@mail.ru

В статье приведены результаты работы в рамках реализации международного проекта Эразмус+, направленного на решение проблем повышения энергоэффективности в строительстве. Основной целью проекта являлась разработка сетевой образовательной программы прикладного бакалавриата «Энергоэффективность и экологичность в строительстве в РФ, Китае и Азербайджане». Данная программа разрабатывалась с учетом запросов основных работодателей, а также с учетом требований Болонского процесса. Все профессиональные и специальные курсы были разработаны с учетом отечественного и зарубежного опыта в области обеспечения энергоэффективности в строительной отрасли. В каждом российском вузе, принявшем участие в реализации проекта, созданы ресурсные центры по развитию энергоэффективности в строительстве. Совместно с зарубежными университетами разработано и подготовлено учебно-методическое обеспечение новых модулей учебного плана, методические разработки, фонды оценочных средств. При этом акцентировано внимание на использовании необходимых образовательных технологий, форм и методов обучения в соответствии с Болонскими требованиями. Обучение по новой образовательной программе возможно как в очной, так и в заочной формах обучения с использованием дистанционных образовательных технологий. В университетах появилась возможность не только подготовки бакалавров, но и повышения квалификации и переподготовки специалистов, занятых в строительной сфере, в области повышения энергоэффективности используемых ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность, строительство, высшее образование, образовательная программа, прикладной бакалавриат

IMPLEMENTATION OF THE INTERNATIONAL PROJECT ERASMUS+ ON DEVELOPMENT OF THE BACHELOR PROGRAM IN THE DIRECTION «ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL CONSTRUCTION IN RUSSIA, CHINA AND AZERBAIJAN»

Ignatev V.P., Arkhangelskaya E.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «M.K. Ammosov North-Eastern Federal University», Yakutsk, e-mail: vpi_50@mail.ru

The article presents the results of work in the framework of the implementation of the international project Erasmus +, aimed at solving the problems of increasing energy efficiency in construction. The main goal of the project was the development of the network educational program of the applied bachelor degree «Energy efficiency and environmental friendliness in construction in the Russian Federation, China and Azerbaijan». This program was developed to meet the needs of major employers, as well as the requirements of the Bologna process. All professional and special courses were developed taking into account domestic and foreign experience in the field of energy efficiency in the construction industry. In each Russian university that took part in the project, resource centers for the development of energy efficiency in construction were established. Together with foreign universities, we developed and prepared educational and methodological support for new curriculum modules, methodological developments, and evaluation funds. At the same time, attention is focused on the use of the necessary educational technologies, forms and methods of teaching in accordance with the Bologna requirements. Training under the new educational program is possible both in full-time and part-time forms of education using distance learning technologies. Universities have the opportunity not only to train bachelors, but also to improve the skills and retraining of specialists working in the construction industry.

Keywords: energy efficiency, construction, higher education, educational program, applied baccalaureate

В последние годы интенсивное промышленное развитие многих стран приводит к масштабному исчерпанию невозобновляемых природных ресурсов. Во всем мире ведется активный поиск альтернативных источников энергии. К настоящему моменту большинство стран сменили курс своего развития с «неограниченного экономического роста» на путь в русле концепции устойчивого развития, появившейся в результате объединения трех основных точек зрения: экономической, социальной, экологической [1]. В решении этой проблемы не остались в стороне и высшие учебные заведения, которые объединяют свой потенциал для того, чтобы совместными усилиями начать подготовку специалистов, способных работать в условиях ограниченных энергетических ресурсов.

Цель исследования: на основе достижений российских и зарубежных вузов в сфере подготовки кадров для строительной отрасли, владеющих компетенциями в области энергоэффективности и ресурсосбережения, разработать сетевую образовательную программу с набором специальных дисциплин, учитывающих тенденции развития науки и практики в данной области.

Помимо основной цели преследовались также специфические цели исследования:

– развитие внутрироссийского и международного партнерства с помощью программ мобильности преподавателей и студентов;

– повышение квалификации 25 преподавателей вузов в странах Евросоюза;

– разработка программы прикладного бакалавриата по направлению подготовки «Энергоэффективность в строительстве», адаптированной к потребностям соответствующей страны (двойные или совместные дипломы);

– разработка содержания курсов новой образовательной программы и обучение по ним 160 студентов;

– перенос на предприятия преподавания некоторых профессиональных курсов;

– создание при вузах ресурсных центров по развитию энергоэффективности в строительстве;

– улучшение возможности трудоустройства студентов через целенаправленную подготовку по новой образовательной программе, создание концепции энергоэффективности, ресурсное и методическое сопровождение обучения в секторе «энергоэффективность в строительстве».

Материалы и методы исследования

Нами применены следующие методы: теоретические – изучение и систематизация российских и зарубежных исследований по вопросу энергоэффективности; моделирование образовательного процесса, разработка образовательной программы с учетом требований Болонского процесса; обобщение полученных результатов; эмпирические – анализ законодательства и нормативных документов, педагогическое проектирование; опросы специалистов.

Результаты исследования и их обсуждение

В условиях Сибири и Крайнего Севера остро стоит проблема сокращения энергопотребления, разработка энергосберегающих технологий, увеличение в топливно-энергетическом балансе доли возобновляемых источников энергии. Энергосбережение является актуальным и необходимым условием нормального функционирования зданий, так как повышение эффективности использования энергоресурсов, при непрерывном росте стоимости электрической и тепловой энергии, позволяет добиться существенной экономии как энергоресурсов, так и финансовых затрат на оплату ресурсов. Таким образом, позиция энергосбережения во всех сферах человеческой деятельности приобретает особенную актуальность и, в связи с этим, возрастает важность обучения основам сбережения энергии на всех образовательных уровнях как необходимого условия решения глобальной энергетической проблемы. В этих реалиях назрела необходимость профессиональной подготовки кадров в сфере энергоэффективности и энергосбережения, а также разработки новой образовательной программы «Энергоэффективность и экологичность зданий» [2, с. 2].

В 2015 г. СВФУ совместно с университетами РФ, Китая, Азербайджана и Евросоюза выиграл грант на реализацию международного проекта Эразмус+ по разработке программы прикладного бакалавриата по профилю «Энергоэффективность и экологичность в строительстве в РФ, Китае и Азербайджане» для подготовки студентов в форме открытого и дистанционного образования. В реализации данного проекта принимали участие 5 российских вузов (Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, Уральский горный технический университет, г. Екатеринбург, Институт путей сообщения, г. Новосибирск, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Тувинский государственный университет, г. Кызыл) и 3 партнера-предприятия. Ведущей организацией, взявшей на себя руководство и координацию проекта по России, являлся Северо-Восточный федеральный университет. Программа Эразмус+ LPEB (ПБЭС) была направлена на разработку сетевой программы прикладного бакалавриата по направлению подготовки «энергоэффективность в строительстве», учитывающей реальные потребности Российской Федерации и зарубежных стран, участвующих в реализации данного проекта. При этом рассматривались варианты, как совместных, так и двойных дипломов.

Проект был рассчитан на 3 года. Реализация проекта предполагала 10 этапов работы, основные из которых – разработка диагностики, выбор ключевой профспециализации по направлению подготовки «энергоэффективность в строительстве» при создании ассоциированного диплома при-

кладного бакалавра; разработка программ, содержаний курсов и педагогических ресурсов диплома прикладного бакалавра по открытому и дистанционному обучению по направлению подготовки «энергоэффективность в строительстве»; модульная, трансверсальная система FTLV (непрерывное образование) применительно к строительным профессиям с целью обеспечения энергоэффективности в строительстве, подготовка в каждом из регионов 50 специалистов в области строительства [3].

Основная профессиональная образовательная программа прикладного бакалавриата «Энергоэффективность и экологичность в строительстве» разрабатывалась как отдельный профиль направления подготовки 08.03.01 «Строительство». Прикладной характер новой образовательной программы характеризуется тем, что более половины часов, предусмотренных на её реализацию, отводится на практические занятия, в то время как в программах академического бакалавриата преобладают часы, отводимые на теоретические курсы дисциплин. Углубленная практическая подготовка обучающихся в области энергоэффективности и ресурсосбережения повысит конкурентоспособность выпускников данной программы на рынке труда и существенно увеличит их шансы на трудоустройство непосредственно после получения диплома бакалавра.

В самом начале реализации проекта были изучены реальные потребности потенциальных работодателей для того чтобы составить реестр необходимых общих и профессиональных компетенций, которыми должен обладать выпускник разрабатываемой образовательной программы. Для выявления требуемых производством компетенций будущих специалистов было проведено анкетирование в строительных организациях в городах Якутск, Екатеринбург, Кызыл, Новосибирск, Владивосток и Иркутск. Полученные результаты опроса потенциальных работодателей позволили выявить не только профессиональные компетенции, которыми должен обладать будущий специалист-строитель, но и практические навыки работы в реальном секторе экономики. Результаты анкетирования были учтены вузами при разработке новой образовательной программы, что обеспечило в конечном итоге её прикладной характер. Благодаря этому становится очевидным, что программа прикладного бакалавриата, разработанная с учетом требований не только нового ФГОС 3++, профстандарта, но и реального производства, позволит её выпускникам, даже не имея опыта практической работы, проявить себя компетентным специалистом в сфере энергоэффективности и ресурсосбережения на строительной площадке. При разработке образовательной программы прикладного бакалавриата был учтен опыт многих российских и зарубежных вузов в части использования современных образовательных технологий, включая онлайн-обучение и использование в процессе обучения реальных программных продуктов, которые применяются сегодня на производстве.

В новой программе учтены современные мировые тенденции в области энергоэффективности, ресурсосбережения, применяемые при строительстве зданий и сооружений. Результаты данных исследований сопоставлены с отечественным опытом строительства, учитывающим специфические условия строительства в Сибири и районах Крайнего Севера. Строительство в суровых условиях Крайнего Севера нашей страны, когда отопительный сезон длится целых 9 месяцев в году, является изначально энергозатратным, что выводит задачу обеспечения энергосбережения на первый план. Требуется разработка не только энергоэффективных технологий строительства, в особенности при отрицательных температурах, но и учета температурного режима, который будет обеспечиваться в будущем в процессе эксплуатации возведенного здания. Будущие эксплуатационные затраты должны являться также сферой профессиональной ответственности строителей, возводящих объект. При изучении отечественного опыта строительства были рассмотрены также результаты научно-исследовательских работ (диссертаций) преподавателей вузов и представителей академической науки, проводившие свои научные исследования в области энергоэффективности и энергосбережения в строительстве.

Как отмечено выше, в рамках проекта разрабатывается возможность онлайн-обучения студентов, в особенности обучающихся по заочной форме. Система открытого образования была разработана с привлечением коллег из Южной Кореи. Результатом работы в данном направлении стала разработка и запуск веб-сайтов в каждом университете, участвовавшем в проекте. На данных сайтах размещена информация о новой программе, о её содержании, формах и методах обучения, рабочие программы дисциплин, индивидуальные задания для студентов, фонды оценочных средств и другая необходимая учебно-методическая документация. Система позволяет проводить онлайн семинары, видеоконференции, изучать онлайн-курсы.

В процессе реализации проекта были поставлены следующие задачи:

– учет реальных потребностей отечественной отрасли стройиндустрии в специалистах в области энергоэффективности и ресурсосбережения;

– учет в образовательном процессе при подготовке будущих строителей технологий, разработанных в Европейском союзе в целях исполнения директивы № 2010/31/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского союза «Об энергетических характеристиках зданий» [4], а также обязательных требований в соответствии с пунктами 6.2 и 6.3 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [5].

Одним из важных результатов реализации проекта должно стать создание дидактического киберпространства, содержащее:

– документы Европейского союза, касающиеся энергоэффективности;

– информацию о том, что данные документы Европейского союза являются обязательными для исполнения на территории Российской Федерации;

– разработанные участниками проекта практические рекомендации по обеспечению энергоэффективности и ресурсосбережения в процессе строительства и последующей эксплуатации зданий и сооружений;

– примеры из практики строительства энергоэффективных зданий в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Создаваемое единое образовательное киберпространство должно вывести на новый уровень подготовку прикладных бакалавров, гибко реагирующий на потребности рынка труда и общества. Киберпространство должно стать платформой организации сетевой формы образования между пятью вузами Российской Федерации (участниками проекта). В результате университеты должны добиться улучшения качества образования путем повышения квалификации преподавателей, внедрения новых цифровых образовательных технологий, создания технологической платформы энергоэффективности.

Устойчивость проекта обеспечивалась:

– актуальностью проекта, основанной на долгосрочных государственных и региональных программах в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в России;

– наличием практик взаимодействия университета с профессиональными сообществами, социальными партнерами и организациями общего среднего и дополнительного образования;

– наличием в университете собственной системы дистанционного образования, опыта реализации дистанционных образовательных курсов, наличием высокого уровня кадровых и технических ресурсов;

– вариативностью содержания и условий представленной модели практико-ориентированной системы профессиональной подготовки;

– обеспечением непрерывности образования посредством развития единой электронной информационной среды профориентации;

– возможностью дальнейшей коммерциализации проекта путем предоставления образовательных услуг с применением дистанционных технологий.

В ходе реализации проекта был разработан и реализован алгоритм проектирования образовательной программы, ориентированной на прикладную профессиональную подготовку в сфере энергоэффективности. Запущен процесс интернационализации пяти российских университетов за счет включения в учебные планы содержания международных образовательных программ (HTWK, LPEB, UNINETTUNO), блоков информации, использования иностранных образовательных ресурсов, выбора обучающих курсов, отвечающих потребностям студентов из России. Модернизация практико-ориентированной системы профессиональной подготовки на базе обучения с применением современных информационно-коммуникационных технологий позволяет организовать новые безотрывные от производства формы непрерывного обучения (заочная и очно-заочная), расширяет взаимовыгодное сотрудничество и налаживание связей между университетами и предприятиями, снижает остроту нехватки квалифицированных кадров в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Проект способствовал созданию и развитию специализированных Центров энергоэффективности пяти вузов, в рамках проекта на их базе прошли обучение и консультирование по вопросам энергосбережения и энергетической эффективности специалисты-производственники – 165 человек. Сформирована гибкая структура оказания образовательных услуг по индивидуализированным заказам работодателей с применением современных информационно-коммуникационных технологий. Согласно опросам, проводимым во время проекта, выявлена востребованность в практических технических знаниях, что было учтено в процессе разработки курсов в области энергетической эффективности и экологической безопасности зданий.

Мультипликативный эффект трансфера знаний обеспечивается:

– упрощением доступа к новым образовательным технологиям пяти российских университетов, принявших участие в реализации проекта;

– созданием электронных версий и размещение материалов на сайтах университетов;

– активным участием реального сектора экономики в разработке профессиональных компетенций будущих специалистов по разработанной программе прикладного бакалавриата;

– проведением широких рекламных информационных мероприятий;

– за счет обмена опытом работы между вузами – участниками проекта в процессе многочисленных конференций, семинаров, круглых столов, дискуссионных площадок, проведенных в процессе реализации проекта.

Заключение

Основным результатом реализации проекта стал новый подход к разработке основной профессиональной образовательной программы прикладного бакалавриата, при котором не только учитываются требования федерального государственного образовательного стандарта и профессионального стандарта, но и активно используется мнение реального сектора экономики при разработке профессиональных компетенций, используется отечественный и мировой практический опыт по направлению подготовки, а также научные исследования по исследуемой области знаний. Всё это в итоге позволило разработать образовательную программу прикладного бакалавриата по энергоэффективности и экологичности в строительстве, выпускники которой будут способны сразу после окончания обучения включиться в производственную деятельность и качественно выполнять свои функциональные обязанности.

Окончательным итогом реализации проекта в перспективе должна стать ликвидация дефицита в строительных кадрах, умеющих строить с наименьшими энергозатратами, с минимальными потерями используемых ресурсов. Выпускники разработанной программы прикладного бакалавриата будут высоко востребованы на строительных площадках страны, так как смогут в течение короткого времени зарекомендовать себя как специалисты, владеющие современными энергоэффективными технологиями строительства и ответственные за результаты своего труда.

Список литературы

1. Кондрачук О.Е., Петренко Я.И. Перспективы развития экологического и энергоэффективного строительства в России // Фундаментальные исследования. 2015. № 11–3. С. 579–583.

2. План стратегических действий российских вузов для реализации проекта LPEB [Электронный ресурс]. URL: https://www.s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/instituty/iti/erasmus/ (дата обращения: 17.04.2019).

3. Проект Эразмус + LPEB (ПБЭС) «Диплом прикладного бакалавра по открытому и дистанционному образованию по направлению подготовки «Энергоэффективность в строительстве в РФ, Китае и Азербайджане» [Электронный ресурс]. URL: https://www.dvfu.ru/schools/engineering/the_project_lpeb/ (дата обращения: 17.04.2019).

4. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. OJ L 153, 18.6.2010. P. 13–35.

5. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 40241/ (дата обращения: 05.04.2019).

УДК 378

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВОЧНО-ГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ-ШТУРМАНОВ

Карабанова О.Р.

Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», Челябинск, e-mail: Helga7072@mail.ru

В статье дается описание методологических подходов к созданию структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов. Последовательно раскрывается сущность и назначение системно-деятельностного, личностно-ориентированного и антропоцентрического подходов в решении обозначенной проблемы, в том числе и применительно к ее практической реализации. Автор акцентирует внимание на теоретических основах выделенных методологических подходов, подчеркивая, что каждый из них направлен на решение необходимых исследовательских задач, определяет принципы, методы анализа, обобщения и систематизации полученных результатов. Системно-деятельностный подход предоставляет возможность исследователю рассматривать формирование ориентировочно-гностической деятельности авиационных специалистов на стыке системного и деятельностного подходов, обеспечивая их интеграцию и наиболее полноценное описание системной организации целостного образовательного процесса с позиции категории деятельности, основанной на принципе единства сознания и деятельности. Личностно-ориентированный подход необходим при конструировании и осуществлении педагогического процесса на личность как цель, субъект, результат и главный критерий его эффективности. Антропоцентрический подход акцентирует внимание на развитие профессионально-важных качеств личности, интеллектуальных и индивидуальных познавательных способностей каждого курсанта, творческое и практическое мышление, что в полной мере отражает цель процесса формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Ключевые слова: ориентировочно-гностическая деятельность, системно-деятельностный, личностно-ориентированный, антропоцентрический методологические подходы

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CREATION OF A MODEL OF FORMATION OF APPROXIMATELY – GNOSTIC ACTIVITY OF FUTURE OFFICERS-NAVIGATORS

Karabanova O.R.

Branch of the Military training and research center of the Air force «Air Force Academy», Chelyabinsk, e-mail: Helga7072@mail.ru

The article describes the methodological approaches to the creation of structural and functional model of formation of the approximate gnostic activity of future officers-navigators. The essence and purpose of system-activity, personality-oriented and anthropocentric approaches to the solution of this problem, including in relation to its practical implementation, are consistently revealed. The author focuses on the theoretical foundations of the selected methodological approaches, emphasizing that each of them is aimed at solving the necessary research problems, determines the principles, methods of analysis, generalization and systematization of the results. The system-activity approach allows the researcher to consider the formation of the approximate gnostic activity of aviation specialists at the intersection of system and activity approaches, ensuring their integration and the most complete description of the system organization of the entire educational process from the perspective of the category of activities based on the principle of unity of consciousness and activity. Personality-oriented approach is necessary in the design and implementation of the pedagogical process on the individual as a goal, subject, result and the main criterion of its effectiveness. Anthropocentric approach focuses on the development of professionally important qualities of personality, intellectual and individual cognitive abilities of each student, creative and practical thinking, which fully reflects the purpose of the formation of the process of approximately-gnostic activities of future officers-navigators.

Keywords: approximate-gnostic activity, system-activity, personality-oriented, anthropocentric methodological approaches

Создание любой педагогической модели требует выявления методологических основ ее построения. Для создания нашей структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов таковой основой являются следующие методологические подходы: системно-деятельностный, личностно-ориентированный, антропоцентрический, выполняющие роль главного ориентира и фундамента педагогической моделирующей деятельности исследователя.

Цель исследования: используя выявленные методологические подходы, раскрыть их основные теоретические положения, суть и назначение в создании модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов, определить и описать принципы, методы анализа, обобщения и систематизации полученных результатов.

Перед описанием и обоснованием выявленных нами методологических подходов, необходимых для создания структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов, раскроем суть основных понятий нашего исследования. Эти понятия очень важны, их толкование определяет ход исследовательской мысли по созданию указанной модели и напрямую связано с выбором совокупности методологических подходов, на которых она основана.

В целом ориентировочно-гностическая деятельность осуществляется как операция приема и переработки информации обо всей ситуации в целом в данный момент времени. Военный авиационный штурман постоянно осуществляет ориентировочно-гностическую деятельность: производит ориентировку в ситуации и текущей деятельности, ведет прием и перерабатывает поступающую информацию, осуществляет преобразование цифровой и структурно-образной информации, быстро проводит точные вычислительные операции, прогнозирует развитие ситуации, принимает и реализует решения в данный момент времени.

Формирование ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов представляет целенаправленный педагогический процесс, основанный на взаимодействии его участников, включающий развитие у курсантов ориентировочно-гностических действий, операций (перцептивных, мнемических, мыслительных), творческого и практического операторского мышления, профессионально важных качеств (личностных, интеллектуальных, психофизиологических, физиологических и физических), необходимых для качественного выполнения профессиональных задач по предназначению.

А сейчас перейдем непосредственно к описанию системно-деятельностного подхода.

Понятие системно-деятельностного подхода в отечественной науке появилось в 1980-е гг. и связано с трудами известных ученых (А.Г. Асмолов, П.К. Анохин, Н.А. Бернштейн, Е.М. Иванова, В.В. Краевский, Г.П. Новикова, В.Д. Шадриков, Г.П. Щедровицкий и др.). [1, с. 9].

В предложенной трактовке А.Г. Асмолова [2] этот подход «понимается не только как усвоение системы знаний, умений и навыков, составляющих инструментальную основу компетенций учащегося, но и как процесс развития личности, обретения духовно-нравственного и социального опыта на основе освоения универсальных способов деятельности».

В.В. Краевский [3] поясняет, что «системно-деятельностный подход объединяет представления системного и деятельностного способов рассмотрения явлений педагогической науки и практики».

Е.И. Пургина [4, с. 13] считает, что «системно-деятельностный подход интегрирует системный подход к организации образовательного процесса и его деятельностную интерпретацию», т.е. понимание образовательного процесса как совокупности многообразных взаимосвязанных и взаимообусловленных видов деятельности всех задействованных в нем субъектов.

По мнению Г.П. Новиковой [5], «опора на методологию системно-деятельностного подхода обеспечивает наиболее полноценное описание инновационных образовательных процессов».

А.В. Хуторский [6] подытоживает, что «системно-деятельностный подход применим к любой теории или системе обучения, так как в любом типе обучения выделяются определённые деятельности, и эти деятельности, как правило, задаются, организуются и реализуются с помощью той или иной системы».

Т.А. Жданко [7, с. 185] называет основные принципы системно-деятельностного подхода:

– принцип субъектности (придание обучению и воспитанию характера диалога);

– принцип учёта ведущих видов деятельности и законов их смены (возникновение и формирование у обучающегося основных психологических новообразований на данной ступени развития);

– принцип учета сензитивных (оптимальных) периодов развития;

– принцип со-трансформации (взаимного преобразования, перемены);

– принцип определения зоны ближайшего развития (то, что возможно сделать при помощи педагога в сотрудничестве или в коллективе);

– принцип амплификации (обогащения, усиления, углубления развития);

– принцип обязательной результативности каждого вида деятельности;

– принцип обязательной рефлективности всякой деятельности и др.

Принимая во внимание основные положения системно-деятельностного подхода, указанные принципы, мы считаем необходимым использовать данный подход в создании модели формирования ориентировочно-гностической деятельности (далее ОГД) будущих офицеров-штурманов, так как этот процесс представляется нам целостной си-

стемой, с применением анализа функций взаимозависимых внутренних и внешних связей и структурных элементов. По мнению А.В. Платоновой [8, с. 40], «человек-оператор, будучи сам специфической сложной системой, функционирует в более сложной системе, состоящей из ряда подсистем со сложными взаимосвязями между ними».

Применение системно-деятельностного подхода в подготовке офицерских летных кадров открывает возможность системной организации целостного образовательного процесса, в котором учебная и служебная деятельность скоординированы на формирование их профессиональной деятельности, включающей ориентировочно-гностическую.

Системно-деятельностный подход также позволяет нам рассматривать и осуществлять педагогическое моделирование с позиции категории деятельности, основанной на принципе единства сознания и деятельности. Для нас важно, что деятельность является одним из основных факторов становления будущего офицера. Личность познается в деятельности, а всякое качество развивается и формируется в ней, причем возможность самореализации в той или деятельности обусловлена уровнем освоения этой деятельности [9, с. 38].

Системно-деятельностный подход позволяет выявить возможности формирования ориентировочно-гностической деятельности, индивидуальных способностей и личностных свойств будущих офицеров – штурманов в учебно-теоретической и учебно-практической деятельности курсантов.

Применительно к нашему исследованию системно-деятельностный подход позволит:

– представить формирование ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов в качестве базового компонента профессиональной подготовки военных авиационных штурманов, на основе которого будут успешно осваиваться и другие виды профессиональной деятельности;

– изучить процесс формирования ОГД будущих офицеров-штурманов с позиции профессионально важных качеств авиационного специалиста;

– построить процесс формирования ОГД будущих офицеров-штурманов в интегральной связи межпредметного взаимодействия;

– описать на каждом этапе формирования ОГД будущих офицеров-штурманов содержание деятельности участников образовательного процесса;

– на практике внедрить психолого-педагогический инструментарий формирования ориентировочно-гностической деятельности, включающий методы, формы, средства, направленные на активизацию мыслительной деятельности, индивидуальных способностей и личностных свойств будущих офицеров-штурманов;

– осуществить мониторинги развития ОГД будущих офицеров-штурманов с обеспечением обратной связи со всеми участниками образовательного процесса, в том числе представителей работодателей.

Таким образом, «система», как целостная совокупность структурных и функциональных компонентов с присущими ей внутренними связями, системообразующими факторами и «деятельность», в процессе которой формируются качества и самостоятельная активность человека, станут постулатами нашей модели, а системно-деятельностный подход – общенаучной основой нашего исследования.

Рассмотрим следующий методологический подход, необходимый для создания и воплощения нашей модели – личностно-ориентированный.

Теоретико-методическая позиция личностно-ориентированного подхода представлена в работах Н.А. Алексеева, С.В. Беловой, Е.В. Бондаревской, В.В. Давыдова, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимней, В.В. Серикова, И.С. Якиманской и других.

Практическая направленность данного подхода в образовательной деятельности отражена в работах М.О. Веселова, Л.Г. Вяткина, А.Г. Мясищева, Т.К. Селевко, Б.М. Теплова, В.Д. Шадрикова и др.

В рамках этого подхода применительно к созданию нашей модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов предполагается опираться на имеющийся творческий потенциал личности курсантов, активное стимулирование самообразования, самоорганизации, самовыражения и самоопределения. Также личностно-ориентированный подход предусматривает создание активной образовательно-воспитательной среды и учет своеобразия индивидуальности личности в развитии и саморазвитии [10].

Таким образом, ориентация на личность, «относительно устойчивую целостную систему интеллектуальных, морально-волевых и социально-культурных качеств человека, выраженных в индивидуальных особенностях его сознания и деятельности» [11], позволит нам выявить, раскрыть и развить необходимые личностные и профессиональные качества курсантов, важные

для будущего офицера и осуществления ориентировочно-гностической деятельности в частности. Также окажет содействие курсантам в становлении, самоутверждении и самореализации в военно-профессиональной деятельности, поможет реализовать индивидуальный подход к каждому военнослужащему, учитывая его личностные особенности и данные профессионального отбора.

Личностно-ориентированный подход мы рассматриваем как теоретико-методологическую стратегию – направление теоретического исследования, интегрированную модель действий, предназначенных для достижения целей, применяемую в моделировании педагогического процесса. Подход также выступает как принцип организации учебно-воспитательного процесса и раскрывает основные требования к его реализации.

Практико-ориентированной тактикой нашей модели – инструментом реализации стратегии, значение которой «заключается в раскрытии особенностей практического использования изучаемого феномена, определении механизмов и процедур достижения научной цели» [12, с. 45], мы считаем антропоцентрический подход, который в свою очередь опирается на идеи личностного и деятельностного подходов. Дадим ему описательную характеристику.

Идея антропоцентрического подхода базируется на философской (Т. Де Шарден, М. Шелер), психологической (Е.И. Исаев, В.И. Слободчиков), педагогической (К.Д. Ушинский, Б.М. Бим-Бад) антропологии [13, с. 74].

Антропоцентрический подход (от греч. antropos – человек, kentron – центр) отражен в трудах Б.Г. Ананьева, В.П. Зинченко, А.А. Крылова, А.Н. Леонтьева, Б.Ф. Ломова, А.Р. Лурия, А.А. Смирнова, Б.М. Теплова и других ученых. Во всех работах прослеживается понимание взаимоотношений человека и машины. Б.Ф. Ломов считал, что «главная роль в указанном подходе отводится человеку как субъекту труда, машина имеет лишь функцию орудия (средства), с помощью которого возможно осуществление деятельности человека». Поэтому в соответствии с антропоцентрическим подходом деятельность должна проектироваться таким образом, чтобы человек мог максимально реализовать свой личностный и профессиональный потенциал [14].

А.В. Платонова отмечает, что «с позиции этого подхода главным в описании системы «человек – машина» становится деятельность человека, которая рассматривается как основная составляющая всего процесса управления» [8, с. 68].

С точки зрения антропоцентрического подхода можно сделать вывод, что человек имеет «власть над техникой», именно он управляет ей, и от сформированных профессионально важных качеств и развития познавательных и интеллектуальных способностей будущих офицеров-штурманов напрямую будет зависеть выполнение профессиональной летной деятельности по предназначению, в частности ориентировочно-гностической.

Итак, мы считаем, что антропоцентрический подход применительно к нашему исследованию акцентирует внимание на развитии профессионально важных качеств личности, интеллектуальных и индивидуальных познавательных способностей каждого курсанта, творческого и практического мышления, что в полной мере отражает цель процесса формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Использование антропоцентрического подхода в нашем исследовании также позволяет:

– организовать взаимодействие с авиационной техникой, тренажерами, летательными аппаратами для прохождения летной практики и стажировки;

– описать психолого-педагогический инструментарий для сопровождения учебно-воспитательной деятельности;

– внедрить в учебный процесс применение новейших методов развития творческого мышления, необходимого для осуществления профессиональной деятельности авиационного специалиста;

– определить критерии и показатели профессиональной подготовки курсантов, сформировать диагностический инструментарий по их выявлению;

– организовать процесс обратной связи с целью получения информации о затруднениях, проблемах для своевременного регулирования и корректировки деятельности.

Заключение

Таким образом, мы рассмотрели совокупность методологических подходов: системно-деятельностного, личностно-ориентированного, антропоцентрического. На основе теоретических положений указанных подходов нам предоставляется возможность создать и в последующем внедрить в учебный процесс военного авиационного вуза структурно-функциональную модель формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов. Данная деятельность рассматривается нами в качестве фундаментальной основы профессиональной де-

ятельности офицеров летного звена, так как от высокого положительного ее результата зависит выполнение учебно-боевых задач по предназначению, организация безопасности полетов, жизнь летного экипажа и сохранность летательного аппарата.

К тому же отметим, что актуальность разработки данной модели подкреплена высокими требованиями социального заказа государства к уровню подготовки военных авиационных специалистов в военном вузе. Необходимость решения этой стратегической задачи требует от военного образовательного учреждения действенного совершенствования процесса подготовки офицерских кадров, в том числе в формировании и развитии операторского мышления, готовности качественно осуществлять ориентировочно-гностическую деятельность в мирное и военное время.

Список литературы

1. Тоистева О.С. Системно-деятельностный подход в профессиональной подготовке социально-педагогических кадров в вузе: дис. … докт. пед. наук. Екатеринбург, 2015. 368 с.

2. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход в разработке стандартов нового поколения // Педагогика. 2009. № 4. С. 18–22.

3. Краевский В.В., Бережнова Е.В. Методология педагогики: новый этап: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2006. 400 с.

4. Пургина Е.И. Методологические подходы в современном образовании и педагогической науке: учеб. пособие: Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2015. 275 с.

5. Новикова Г.П. Методологические подходы к исследованию инновационных процессов в образовании: системно-деятельностный подход // Европа и современная Россия. Интегративная функция педагогической науки в едином образовательном пространстве: материалы VI Междунар. науч. конф. (19–20 авг. 2009 г., Римини). М.: МАНПО, 2009. С. 36–38.

6. Хуторской А.В. Модель системно-деятельностного обучения и самореализации учащихся // Интернет-журнал Эйдос. 2012. № 2. [Электронный ресурс] URL: http://www.eidos.ru/journal/2012/032910.htm (дата обращения: 19.03.2019).

7. Жданко Т.А. Системно-деятельностный подход: сущностная характеристика и принципы реализации // Magister Dixit. 2012. № 4. С. 183–189.

8. Платонова А.В. Основы инженерной психологии: учебное пособие: Томск.: изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. 132 с.

9. Колесникова И.А., Борытко Н.М., Поляков С.Д., Селиванова Н.Л. Воспитательная деятельность педагога: учебное пособие для студ. высш. учебных заведений / Под общ. ред. В.А. Сластенина и И.А. Колесниковой. М.: Издательский центр Академия, 2007. 336 с.

10. Копылова Н.А. Методологические подходы к исследованию проблемы взаимодействия и сотрудничества в педагогической науке известия вузов // Серия Гуманитарные науки. 2013. № 4 (3). С. 202–209.

11. Кириленко Г.Г., Шевцов Е.В. Краткий философский словарь. М.: АСТ Серия: Высшее образование, 2010. 1030 с.

12. Яковлев Е.В. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. 239 с.

13. Чурсина А.С. Методологические подходы к формированию готовности к профессиональному саморазвитию // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=4828 (дата обращения: 08.04.2019).

14. Григорьева М.В. Психология труда. М.: Высшее образование, 2011. 192 с.

УДК 378:372.881.1

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ

Карипиди А.Г., Батурьян М.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Краснодар, e-mail: margarita_baturyan@mail.ru

В статье представлен обзор ряда инновационных технологий преподавания иностранных языков бакалаврам и магистрам в российских вузах. Целью исследования является внедрение наиболее эффективных методик преподавания в рамках реформирования системы высшего образования Российской Федерации. В ходе исследования темы были использованы метод эксперимента и проектной технологии, а также эмпирический метод. В число активно используемых на сегодняшний день технологий входит языковой портфель European Language portfolio. Отмечается, что в последнее время в процесс обучения внедряются информационные технологии, а именно работа с интернет-ресурсами, технологии веб-квестов, создание презентаций и многие другие. Помимо этого, в учебном процессе нашли свое применение интерактивные методы обучения, компетентностно-модульные технологии и информационно-коммуникационные технологии. В рамках научной статьи проанализированы мнения отечественных и зарубежных авторов, мировая практика в области инновационных технологий в сфере преподавания иностранных языков. Обсуждаются этапы преподавания иностранного языка магистрантам с применением компьютерных программ. Авторами предлагается проводить рациональное обучение магистрантов в рамках ограниченного времени преподавания иностранного языка, используя информационные и компьютерные технологии.

Ключевые слова: инновационные технологии, «european Language portfolio» (европейский языковой портфель), аутентичные аудио/видео тексты, интерактивные методы обучения, компетентностно-модульные технологии, метод проектов, профессиональная компетенция

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO BACHELORS AND MASTERS

Karipidi A.G., Baturyan M.A.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: margarita_baturyan@mail.ru

The article presents a review of a number of innovative technologies of teaching foreign languages to bachelors and masters in Russian universities. The aim of the study is to introduce the most effective methods of teaching the above series as part of the reform of higher education. In the study of topics used method of experiment and design technology, the empirical method. The technologies actively used today include the language portfolio European Language portfolio. It is noted that recently information technologies have been introduced into the learning process, namely, working with Internet resources, Web-quest technologies, creating presentations and others. In addition, interactive learning methods, competence-modular technologies and information and communication technologies have been applied in the educational process. Analyzed the views of domestic and foreign authors, world practice in the field of innovative technologies in the field of teaching foreign languages. The stages of teaching a foreign language to undergraduates using computer programs are discussed. The authors propose to conduct rational training of undergraduates within a limited time of teaching a foreign language, using information and computer technology.

Keywords: innovative technologies, «European language portfolio», authentic audio / video texts, interactive teaching methods, competence-module technologies, project method, professional competence

Происходящие в современном мире процессы глобализации экономики и интеграции наук требуют высокого уровня подготовки со стороны специалистов. Важнейшим фактором их профессионального роста в таких условиях является владение иностранными языками. Значение иностранного языка в сложившихся мировых условиях очевидно, так как посредством, например, английского языка можно получить достойное образование в любом университете и даже за пределами государства, так как полученный после обучения документ котируется во всех странах. Также в качестве примера можно привести диплом Лондонского университета, который предоставляет возможность выпускнику получить достойную и престижную работу в любом месте.

Важно заметить, что молодые люди, обладающие знаниями иностранных языков, очень востребованы в настоящее время. Наиболее часто такие специалисты нужны в сферах науки и образования, коммуникации, туризма, политики и многих других.

Иностранный язык по-прежнему является одним из важнейших на сегодняшний день предметов в неязыковых вузах, и владение им стало составной частью профессиональной компетенции выпускника высшего учебного заведения. Неотъемлемым компонентом профессиональной компетенции бакалавра становится владение иностранным языком как средством делового

общения. Это дает возможность не только получать необходимую профессиональную информацию, но и способствует процессу формирования способностей к принятию самостоятельных решений в рамках поставленной задачи. Касательно компетенции магистра следует отметить, что в Федеральных государственных образовательных стандартах предусмотрено владение иностранным языком независимо от направления подготовки. При этом магистры неязыковых специальностей должны показать не только практическое владение иностранным языком, но использовать полученные знания в научной деятельности.

Цель исследования: внедрение наиболее эффективных методик преподавания вышеуказанного ряда в рамках реформирования высшего образования.

Материалы и методы исследования

При исследовании темы были использованы метод эксперимента и проектной технологии, а также эмпирический метод.

Результаты исследования и их обсуждение

Современная методика преподавания иностранных языков предполагает в первую очередь использование инновационных технологий, методов и форм в процессе организации учебной деятельности. Это, как показывает практика, использование интернет-ресурсов, мультимедийных технологий, компетентностно-модульных технологий, эмоционально-смыслового метода, метода погружения, обучения в сотрудничестве, метода проектной технологии и др., что в целом способствует дифференциации и индивидуализации обучения студентов с учетом их уровня обученности и способностей.

В данной научной статье приводится обзор определенных инновационных методик и технологий преподавания иностранных языков в вузах Российской Федерации. Так, среди наиболее активно используемых сегодня технологий мы можем назвать языковой портфель «European Language portfolio» (Европейский языковой портфель), представляющимся в виде группы документов, с помощью которых студенты составляют и представляют в формализованном и систематизированном виде доказательство своей квалификации, достижений и опыта в изучении иностранных языков, в том числе, и образцы собственной самостоятельной работы.

Согласно мнению ряда зарубежных исследователей, Portfolio выступает альтернативной формой оценки деятельности учащихся, а также их прогресса в обучении [1]. Как показывает практика, формирование портфолио начинают с первого семестра обучения. В первую очередь это анализ начальных знаний и умений студентов, а также приобретённых ими навыков в виде «*CAN DO statements*». Здесь может быть использована шкала CEFR *(Common European Framework of Reference)*. В зависимости от факультета и вуза портфолио разнятся, но даже при отсутствии четкого стандарта по содержанию, количеству и видам работ грамотно составленный языковой портфель студента, как правило, включает: анализ достижений и приобретённых знаний, оценочный лист «scoring sheet», презентации и проектные работы по специальности, результаты грамматических тестов и их анализ, словарные карты, статьи для участия в научных конференциях для бакалавров и магистров, глоссарии, письменные переводы, аннотации и обзоры, участие в конкурсе эссе и сочинения.

Следует отметить, что внедрение информационных технологий в процесс обучения иностранному языку позволяет современным студентам в короткие сроки получать и обрабатывать обширную информацию. Сегодня интернет является незаменимой базой для самостоятельного поиска материала в рамках работы с портфолио. Чтобы ликвидировать возможные пробелы в знаниях, обучающиеся вузов, как правило, используют учебные интернет-сайты. Важную роль в процессе совершенствования навыков восприятия речи носителей языка играют аутентичные аудио/видео тексты. В этом случае главная задача преподавателя – это правильный подбор аудио- и видеоматериала, который будет способствовать формированию познавательного интереса студентов, росту мотивации к изучению иностранного языка. С помощью сетевых ресурсов студенты могут приобретать культурологические знания, пополнять словарный запас, знакомиться с речевым этикетом народа изучаемого языка. В этом плане интересен проект BBC World Service, он включает подкасты в виде аудио- или видеозаписей, сделанных в стиле радиопередачи на темы науки, экономики и культуры. Познавательные программы об открытиях в разных областях науки для продвинутого этапа обучения.

Одной из распространенных методик использования интернет-ресурсов являются интерактивные методы обучения, в результате чего осуществляется взаимодополнение усилий коммуникативной цели и результата речевыми средствами [2]. По мнению Т.П. Фроловой, данные методы по-

могают сформировать у обучающихся профессиональную позицию. Автор выделяет в структуре кейса: введение, включающее постановку задачи, имена и должности персонажей, проблему и материалы для решения. В процессе обучения Т.П. Фролова предлагает два вида кейсов: практические (содержат тренинг в ситуациях, с которыми могут столкнуться студенты в будущей профессиональной деятельности); обучающие (в основе лежат учебные и воспитательные задачи) [3].

Важнейшим компонентом в процессе подготовки бакалавров являются компетентностно-модульные технологии. Так, Е.А. Данилина утверждает, что компетентностно-модульный подход представляет свободный доступ к информационным ресурсам, самообучение, дистанционное и сетевое обучение. К основным компонентам модуля автор относит: цели его изучения; материалы и вспомогательные средства; сопутствующие учебные материалы; содержание учебного модуля; технологии обучения; проверку достижений [4].

В настоящее время одной из основных целей преподавателя в процессе обучения является выработка у студентов умения и навыков самостоятельно добывать необходимую информацию и сведения, а также уметь их применять в практической деятельности. Позитивную роль в этом процессе играет технология веб-квестов (WebQuest), которая активно применяется на сегодняшний день в вузовской практике. Под веб-квестом понимается дидактическая структура, в которой студент самостоятельно ищет информацию в интернете [5].

Методику веб-квестов разработали американец Б. Додж и австралиец Т. Марч в середине 1990-х гг. В ходе своей деятельности Додж создал классификацию типов заданий, которые представлены в веб-квесте:

1. Задание на пересказ (Retelling Task).
2. Задание на компилирование (Compilation Task).
3. Задание на поиск разгадки (Mystery Task).
4. Журналистское расследование (Journalistic Task).
5. Ситуативное задание с заданными условиями (Design Task).
6. Творческое задание (Creative Product Task).
7. Задание на поиск компромисса (Consensus Building Task) и ряд других.

Эта работа заключается, как правило, в отработке коммуникативно-речевых умений, то есть осуществлении поиска необходимой информации, кратком изложении прочитанного, умении формировать выводы, высказывании и аргументировании свои мыслей и точек зрения.

Основываясь на мировой практике, можно сказать, что в настоящее время информационно-коммуникационные технологии играют одну из важнейших ролей в процессе эффективного обучения иностранному языку магистрантов. Данный процесс в магистратуре рассматривается как завершающий этап в обучении данной дисциплины. Как правило, в неязыковых вузах магистратура располагает ограниченным количеством часов, которые отводятся на изучение иностранных языков. В связи с этим главнейшей задачей преподавателя становится правильно организованная работа магистрантов. С учетом уже приобретенных знаний, акцент делается на самостоятельную работу магистрантов, где они должны максимально использовать возможности интернета. Так, создание уже упомянутых веб-квестов целесообразно применять в магистратуре. Преподаватель также должен уделять внимание подготовке речи магистрантов для самопрезентации работодателям. В работе над лексикой акцент делается на специфику лексических средств делового и профессионального языков. Практика показывает, что владение иностранным языком на профессиональном уровне позволяет самостоятельно оформлять деловые документы, прочитывать деловую корреспонденцию, иметь навыки написания писем на иностранном языке, умение вести деловые переговоры.

При выполнении поставленных задач, будущие специалисты должны уметь пользоваться электронными научными журналами, электронными библиотеками, базами данных и различными поисковыми системами. Обучение в магистратуре предполагает выполнение ряда практических заданий, таких как заявки на научную конференцию, умение составить резюме и сопроводительное письмо к нему. На занятиях магистранты знакомятся с правилами поведения на собеседовании и закрепляют их в ролевых играх.

В качестве одного из направлений самостоятельной работы магистранта следует выделить разработку презентационного материала в рамках тематики своей научной работы на английском языке, опираясь на информационные технологии, другими словами, выполнив все в программе Power Point. В задачу магистрантов входит составление глоссария по тематике специальности с применением компьютерных программ. Итогом работы должна стать компьютерная презентация научного проекта на иностранном языке.

Совершенствование навыков самостоятельной работы с иностранной литературой по своей специальности является важнейшей задачей в процессе обучения магистрантов. Умение работать с профессиональной литературой на иностранном языке и извлекать необходимую информацию повышает конкурентоспособность выпускника на рынке труда.

Таким образом, на выходе магистрант должен приобрести комплекс навыков и умений, которые позволят не только самостоятельно прорабатывать большой объем специализированной литературы, но и уметь выделить содержательную основу из прочитанного материала.

Сейчас в ряде вузов используется метод проектной технологии. Данный метод не является новым в мировой практике. Появившись в начале XX в., благодаря трудам американского педагога и психолога Дж. Дьюи совместно с деятельностью его последователей В.Х. Килпатрика и Э.У. Коллингса, он удачно преобразуется в методику преподавания иностранного языка, которая активно применяется в настоящее время. Основная задача проектного обучения заключается в нахождении способов, обеспечивающих развитие самостоятельного мышления у обучающихся. При этом главная цель такого метода – это не только научить студентов воспроизводить полученные знания в процессе обучения, но и применять их в практической деятельности. Метод проектов базируется на установлении прямой взаимосвязи материала, который изучается в учебной программе, с жизненным опытом, имеющимся у студентов. Здесь творческая и познавательная совместная деятельность осуществляется в рамках практического заданий, то есть проекта, в ходе решения определенной проблемы. Доктор педагогических наук, Е.С. Полат, рассматривала данный метод в качестве организационной поисковой и исследовательской деятельности обучающихся (как индивидуально, так и группой), которая направлена больше не на достижение определенного результата, а на организацию самого процесса [6]. Полат также придерживалась мысли, что проектный метод может использоваться на любом этапе обучения, если он будет соответствовать следующим требованиям:

– должны иметься проблемы или задачи в исследовательском или творческом плане, которые требуют интегрированного знания и исследовательского поиска в их решении;

– присутствовать практическая, теоретическая и познавательная значимость предполагаемых результатов;

– деятельность обучающихся должна осуществляться как индивидуально, так и в группе (в паре) в рамках учебных занятий и вне их;

– содержательная часть проекта должна быть структурирована, где будут указаны поэтапные результаты и распределение ролей.

Также стоит обратить внимание, что необходимо использовать исследовательские методы, заключающиеся в определении проблемы и вытекающих из нее задач исследования, выдвижении гипотезы, обсуждении методов исследования, оформлении итоговых результатов, анализе выявленной информации, подведении конечных итогов, корректировке и выводах.

Доктор педагогических наук предложила обширную типологию проектов, в которую входили следующие элементы:

– доминирующий метод: исследовательский, творческий, ролево-игровой, ознакомительно-ориентировочный;

– предметно-содержательная область: монопроект (в рамках одной области знаний) или межпредметный проект;

– характер координации проекта: непосредственный (жесткий, гибкий), скрытый (неявный, имитирующий участника проекта);

– характер контактов (среди участников одной школы, класса, города, региона, страны, разных стран мира);

– количество участников проекта;

– продолжительность проекта (краткосрочный, долгосрочный).

На практике, работая с проектами, необходимо помнить, что каждый из них имеет ряд этапов. Начинается все с подготовительного этапа, заключающегося в целеполагании и планировании, затем идет основной, то есть само исследование, компьютерная презентация и заключительный – оценивание. В рамках подготовительного этапа студентами самостоятельно выбирается тема, далее происходит обсуждение и формулировка основной цели, вытекающих из нее задач и определение содержания будущего проекта. В ходе выполнения основного этапа обучающиеся проводят исследования, базируясь на анализе изученных материалов [7]. Как правило, исследование может включать не только сбор информации на интернет-ресурсах, а также анкетирование и опросы. В ходе исследование приветствуется общение с представителями англоязычных стран по схожей исследовательской проблематике. Для реализации поставленной цели студенты могут посещать различные форумы, принимать участие в онлайн-конференциях. Подобная практика создает условия для использования изучаемого язы-

ка в ситуациях реального межкультурного общения. Кроме того, студенты получают возможность проверить владение иностранным языком на профессиональном уровне.

К концу обучения у магистрантов развивается умение самостоятельно получать и использовать новые знания, расширяется профессиональный кругозор, улучшается качество перевода текста и увеличивается скорость чтения, совершенствуется устная и письменная речь. В процессе подготовки проекта магистранты уже на практике могут использовать полученные знания по смежным и специальным дисциплинам.

Выводы

В заключение можно сказать, что общемировые процессы в условиях глобализации и интеграции экономики формируют спрос специалистов в различных областях. Однако на рынке неизменным остается факт востребованности специалистов, обладающих знаниями иностранных языков. Подобная обстановка выступает мотивационным стимулом для студентов к изучению данной дисциплины. Помимо этого, благодаря знанию иностранных языков можно общаться с зарубежными коллегами, в связи с этим язык является не только объектом изучения, но и средством совершенствования профессиональной компетенции личности.

Список литературы

1. Suzanne F. Peregoy, Owen F. Boyle Reading, Writing, and Learningin ESL: A Resourse Book for K-12 Teachers. Second Edition. Longman. 1997. P. 334–335, 224–227.

2. Попова Т.П. Роль инновационных технологий в обучении иностранным языкам в вузе // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2016. № 1. С. 128–133.

3. Фролова Т.П. Кейс-метод как средство обучения студентов юристов профессионально-ориентированному общению (на примере английского языка) // Язык и мир изучаемого языка: сборник научных трудов. Саратов: ТЭУ, 2011. С. 180–185.

4. Данилина Е.А. Компетентностно-модульный подход к обучению английскому языку в системе бакалавриата // Международный научно-исследовательский журнал. Выпуск август 2012 г. Педагогические науки. [Электронный ресурс]. URL: http://research-journal.org/pedagogy/kompetentnostno-modulnyj-podxod-k-o/ (дата обращения: 11.03.2019).

5. Солиева М.Н. Роль инновационных технологий в обучении иностранных языку в вузе // Молодой ученый. 2016. № 14. С. 668–669.

6. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студентов педагогических вузов и системы повышения квалификации педагогических кадров. М.: Академия, 1999. С. 82.

7. Ростова М.Л. Проектная методика в обучении английском языке в педагогическом вузе // Вестник Кемеровского государственного университета. 2012. № 4–4 (52). С. 279–282.

УДК 378.046.4

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ЗАЧЕМ НУЖНА ОБЩЕСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ ВУЗА?

[1]Котенко В.В., [2]Гетман Н.А., [2]Котенко Е.Н., [2] Сукач Л.И.

[1]ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск, e-mail: vlk62@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Омск, e-mail: gettmann_natali@mail.ru

В статье представлены варианты развития высшей школы с точки зрения технологической трансформации образовательного процесса. Основанием для изучения данной проблематики является формальный характер образования, низкая включенность граждан в процесс выбора образовательной траектории. Авторы рассматривают форсайт-сценарий развития высшей школы, смысл которого – ориентация на общественный и индивидуальный запросы, изменение целевых параметров, функций образования. Профессионально-общественная аккредитация вуза рассматривается в качестве одного из оснований для выводов о том, какие образовательные организации успешны, а какие не соответствуют запросам общества. В статье анализируются различные риски, ограничивающие развитие системы высшей школы. Описан процесс реализации технологической трансформации, которая, по мнению авторов, осуществляется за счет развития организационно-педагогической компетентности преподавателей. Проявление указанной компетентности позволяет изменить активность субъектов образовательного процесса. Авторы указывают на условия трансформации, такие как непрерывное профессиональное развитие преподавателей, совершенствование образовательных программ и персонализированное обучение. Описаны и проанализированы результаты анкетирования слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки. На основе данного анализа предложены направления создания единого образовательного пространства средствами технологической трансформации высшего образования.

Ключевые слова: технологическая трансформация, профессионально-общественная аккредитация, информационные технологии, форсайт-сценарий, риски, единое образовательное пространство

TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION: WHY DO WE NEED PUBLIC ACCREDITATION OF THE UNIVERSITY?

[1]Kotenko V.V., [2]Getman N.A., [2]Kotenko E.N., [2]Sukach L.I.

[1]Omsk State Pedagogical University Ministry of Education of Russian Federation, Omsk, e-mail: vlk62@mail.ru;
[2]Omsk State Medical University Ministry of Health of Russian Federation, Omsk, e-mail: gettmann_natali@mail.ru

The article presents the options for the development of higher education in terms of technological transformation of the educational process. The basis for studying this issue is the formal nature of education, the low involvement of citizens in the process of choosing an educational trajectory. The authors consider the foresight scenario of the development of higher education, the meaning of which is an orientation towards public and individual inquiries, a change in the target parameters, and functions of education. Professional and public accreditation of a higher education institution is considered as one of the reasons for concluding which educational organizations are successful and which do not meet the needs of society. The article analyzes various risks that limit the development of the higher school system. The process of implementing technological transformation is described, which, according to the authors, is carried out through the development of organizational and pedagogical competence of teachers. The manifestation of this competence allows you to change the activity of subjects of the educational process. The authors point out the conditions for transformation, such as: the continuous professional development of teachers, the improvement of educational programs and personalized training. Described and analyzed the results of a survey of students of advanced training courses and professional retraining. On the basis of this analysis, the directions of creating a single educational space by means of technological transformation of higher education have been proposed.

Keywords: technological transformation, professional public accreditation, information technologies, foresight scenario, risks, common educational space

Основным фактором развития экономики и одной из растущих ее отраслей в XXI в. является образование. Современный социум потребляет все больше образовательных услуг, спрос рождает предложение, хотя получение бесплатного образования в России гарантировано Конституцией. «…Образование является основным инструментом обеспечения социальной справедливости и, выполняя воспитательную функцию, вносит в общественное развитие необходимую устойчивость, превращает экономический рост в основу повышения качества жизни всех слоев населения» [1]. В русле современной образовательной политики проходит и обновление высшей школы, повышение качества образования и внедрения стратегии «Образование 2030». Понятие «образование»

трактуется в Федеральном Законе № 273 от 29.12.2012 г. «Об образовании в РФ» как «…позитивный результат развития, приводящий к удовлетворению актуальных потребностей основных потребителей образовательных услуг, а именно – государства, общества и семьи, представляющей интересы обучающегося» и позволяет расширить спектр путей обновления высшего медицинского образования [2].

Цель исследования: провести анализ имеющихся направлений трансформации высшего образования и соотнести их с процессом и результатом профессионально-общественной аккредитации вуза.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования был обозначен поиск возможных вариантов развития высшей школы, в качестве предмета исследования – процесс профессионально-общественной аккредитации в медицинском вузе и его влияние на трансформацию высшего образования. Для оценки результативности процесса аккредитации проведено анкетирование слушателей центра профессиональной переподготовки и повышении квалификации профессорско-преподавательского состава вуза.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим возможные пути обновления высшего образования, позволяющие решить приоритетную задачу – подготовку квалифицированного специалиста. Одним из акцентов, на который обращается внимание в экспертном докладе «12 решений для нового образования» Высшей школы экономики, опубликованном в апреле 2018 г., является «…формальный характер образования и низкая включенность граждан в процесс выбора образовательной траектории. Фактически обучающиеся, вступая в систему образования, занимают в ней роль исполнителей образовательных программ, сформированных без их участия» [1]. На наш взгляд, следствием этого становится снижение эффективности обучения, а также низкая активность обучающихся. Это приводит к тому, что «…целью обучающихся (от школьников до студентов) становится не формирование востребованных компетенций для себя, а получение формальных документов об образовании, что радикально снижает социально-экономический эффект образования. Недостаточная активность граждан, завершивших циклы формального образования (общего образования, среднего профессионального или высшего образования) ведет за собой низкую вовлеченность в неформальные (необязательные) образовательные программы» [1].

Актуальным становится высшее образование, формирующее способность не столько применять полученные знания, сколько создавать новые знания за счет мышления и коммуникации и действовать в соответствии с ними [3].

Рассматривая возможные варианты развития высшей школы, мы обозначили его границы, описали факторы и риски (рисунок).

Варианты развития высшей школы ограничиваются двумя компланарными векторами:

– создание единого образовательного пространства высшего образования;

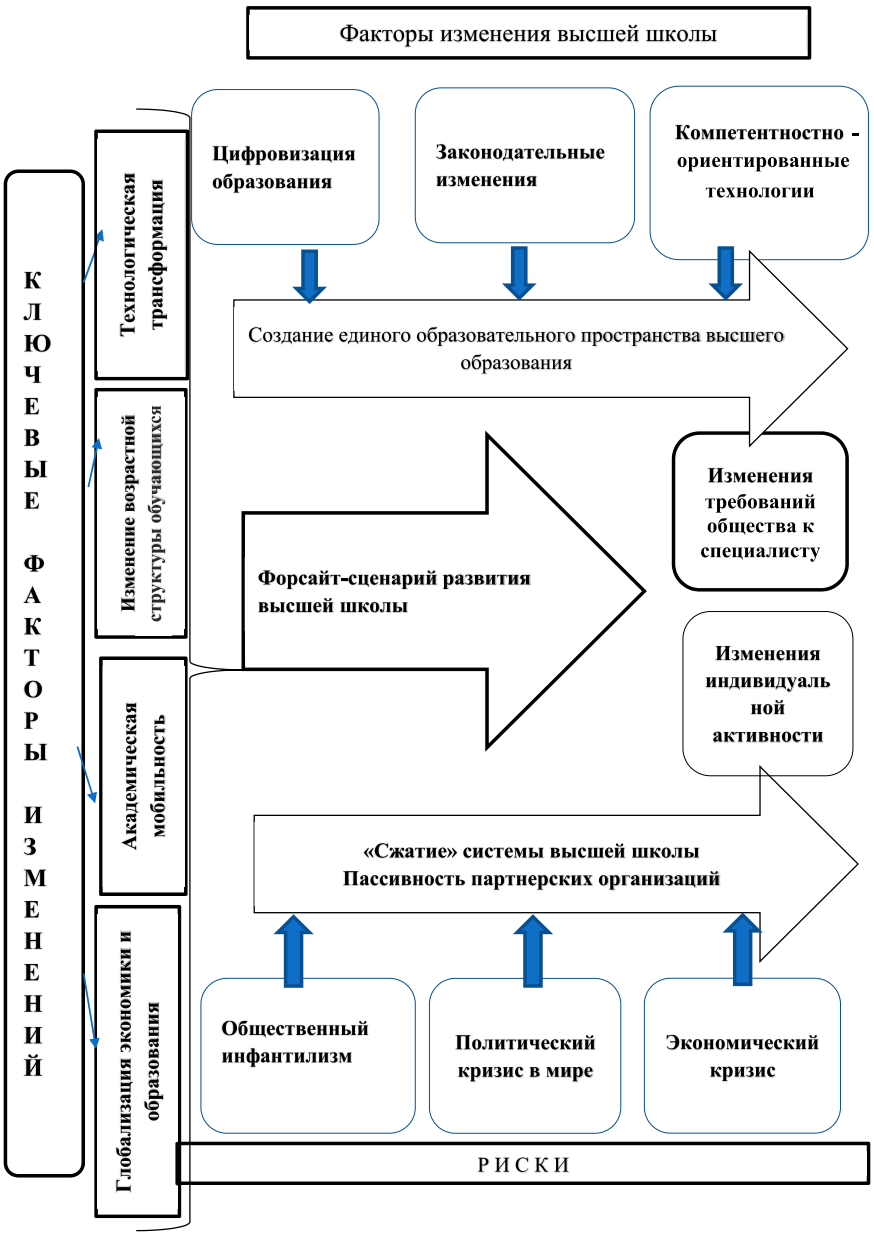
– «сжатие» системы высшего образования и пассивность партнерских организаций.

Базовым является форсайт-сценарий развития высшей школы. Его логичным следствием является изменение требований общества к квалификации будущего специалиста и изменение индивидуальной активности обучающихся. Форсайт-сценарий предусматривает, что должны быть созданы условия дальнейшей реализации этих сценариев. Смысл форсайт-сценария – «перезагрузка» высшей школы, ориентация на общественный и индивидуальный запросы, изменение целевых параметров, миссии, функций. Этому способствуют как цифровизация общества, следствием которой является цифровизация образования; законодательные изменения; активное использование в проектировании образовательного процесса в высшей школе компетентностно-ориентированных технологий. Если форсайт-сценарий реализуется эффективно, имеющиеся ресурсы (материально-техническая база, технологии, квалифицированные кадры) переориентируются на выполнение новых задач. Компланарность данного процесса описана рисками, которые могут возникнуть при негативной реализации форсайт-сценария. Это может быть спровоцировано общественным инфантилизмом, политической нестабильностью, спадом в экономике. Снижение влияния факторов риска на систему образования поможет в реализации форсайт-сценария и достижении нового понимания миссии высшей школы, как института развития общества (центра развития региона), и лидера в создании «портрета» будущего специалиста в общественном сознании [4].

На наш взгляд, одним из факторов изменения высшей школы становится активное использование информационных и компетентностно-ориентированных технологий. Так, в своих исследованиях С.Д. Каракозов и А.Ю. Уваров рассматривают «…условия успеха системной трансформации учебно-

го процесса на основе ИКТ». Из всех названных авторами условий наиболее близко к нашей деятельности непрерывное профессиональное развитие преподавателей, совершенствование образовательных программ и персонализированное обучение. На кафедре педагогики и психологии дополнительного профессионального образования ОмГМУ обучаются представители профессорско-преподавательского состава вуза, которые включены в данный процесс. Если какое-то из этих условий не выполняется, трансформационные процессы значительно усложняются и, как правило, оказываются малорезультативными [5].

Для реализации процесса технологической трансформации необходимо развитие организационно-педагогической компетентности преподавателей, которая «…определяется как способность и готовность к организации учебной деятельности обучающихся по освоению образовательных программ высшего образования и дополнительного профессионального образования с использованием компетентностно-ориентированных и информационно-коммуникационных технологий» [6]. Реализация указанной компетентности позволяет изменить активность субъектов образовательного процесса.



Возможные варианты развития высшей школы

Одним из путей минимизации рисков является, на наш взгляд, профессионально-общественная аккредитация, которая может быть наиболее эффективным способом преодоления общественного инфантилизма. Ее правовые основы определены в Федеральном Законе «Об образовании в РФ», где под «…общественной аккредитацией понимается признание уровня деятельности организации, осуществляющей образовательную деятельность, соответствующим критериям и требованиям российских, иностранных и международных организаций» [2]. Профессионально-общественная аккредитация позволяет сделать достаточно объективные выводы о соответствии образовательной организации профессиональным запросам и запросам социума. Кроме того, профессионально-общественная аккредитация позволяет выявить актуальные образовательные практики, значительные достижения; направленность образовательной организации на подготовку квалифицированных кадров и т.д.

Итак, «…рассматривая заинтересованных субъектов в профессионально-общественной оценке работы вуза, необходимо сказать в первую очередь о слушателях последипломного образования, проходящих усовершенствование или профессиональную переподготовку по психолого-педагогическим дисциплинам» [7]. Достижение цели трансформации образования возможно при развитии внутрифирменной системы методической работы. Данный процесс проходит непрерывно, постоянно, в неразрывной связи, с переходом одного состояния в другое, т.е. континуитивно. Понятие континуум как одно из уточнений категории непрерывности имеет важные методологические функции.

Рассматривая деятельность кафедры педагогики и психологии ДПО ОмГМУ (как базу для формирования образовательного континуума в системе непрерывного профессионального образования и профессиональной переподготовки) в рамках овладения новым опытом профессиональной деятельности преподавателя, можно сказать, что компетентный специалист, предвидящий изменения, связанные с цифровизацией общества, ориентированный на самообразование в информационно-образовательной среде вуза, будет подготовлен к профессиональной преподавательской деятельности внутри самого вуза.

На базе кафедры педагогики и психологии ДПО, являющейся структурным подразделением Центра повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов ОмГМУ, для преподавателей университета организованы учебно-методические семинары, по окончании которых осуществляется анкетирование обучающихся. Для получения объективной картины состояния реализации образовательного процесса нами было проведено исследование отношения слушателей программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации (85 обучающихся) к условиям организации образовательного процесса. Для этого была взята анкета, которая использовалась при аккредитации нашего вуза. Результаты анкетирования были проанализированы и представлены на заседании кафедры педагогики и психологии дополнительного профессионального образования.

Среди анкетируемых 82,35% слушателей имели ученую степень, из них 28,2% – доктор медицинских наук. На вопрос: Имеете ли Вы опыт практической работы по профилю преподаваемых дисциплин? – 100% ответили, что работают в данное время. Наибольший для нас интерес представлял вопрос, который выявлял те технологии, которые слушатели использовали при проведении занятий. Так 55,2% обучающихся ответили, что активно используют интерактивные технологии, владеют информационно-коммуникационными технологиями, однако использовать их «в полной мере» не всегда могут из-за технических ограничений.

Более подробно был изучен вопрос об использовании образовательного портала в организации учебного процесса. На вопрос: Создана ли в образовательной организации электронная информационно-образовательная среда? – утвердительно ответили 94% опрашиваемых. Ответы на вопрос: Как бы Вы оценили информационную наполненность сайта программы?– были распределены следующим образом: «не удовлетворен» – 5% , «не в полной мере» – 17,4%; в «большей степени удовлетворен» – 64,6%, «удовлетворен полностью» – 13%.

При анализе участия в различных конференциях и публикационной активности слушателей (обучающихся) были получены следующие данные: 94% опрошенных активно участвуют в различных научно-практических конференциях, публикуются в журналах, имеющих высокий ИМПАКТ-фактор, однако тематика этих конференций и журналов в основном медицинской направленности. В журналах педагогической направленности публикуются 12% обучающихся. Участвуют в конференциях педагогической направленности – 29,4%, что, на наш взгляд, не достаточно высокий показатель, так как преподаватели занимают-

ся педагогической деятельностью. Анализ сформированности педагогической компетентности (этот продукт можно оценить в виде актуальной статьи, выступления на конференции) позволяет определить пути повышения качества образования. Собеседование со слушателями и ответы на вопросы позволили нам сделать некоторые выводы: удовлетворенность общесистемными требования к реализации программы находится на достаточно высоком уровне, преподаватели используют информационно-коммуникационные технологии, высока удовлетворенность кадровым обеспечением, так как большинство преподавателей имеют ученое звание.

Удовлетворенность материально-техническим обеспечением реализации образовательного процесса на «среднем уровне» (35%), удовлетворенность условиями организации образовательного процесса в «большей степени» составляет 64%.

Используемые критерии, принятые профессиональным сообществом, объективный и всесторонний характер оценки, вектор оценки – все это позволяет сделать вывод о перспективности и востребованности деятельности по аккредитации образовательных организаций. На основе результатов профессионально-общественной аккредитации формируется рейтинг аккредитованных образовательных программ и определяется вектор развития образовательной организации.

Мы понимаем, что определяющим фактором, влияющим непосредственно на обучение, воспитание и профессиональную подготовку студентов, является профессиональный уровень профессорско-преподавательского состава. Преподаватель – основная фигура трансформации образования. Очевидно, что вектор трансформации напрямую зависит от интеллектуального уровня, профессиональных и личностных качеств профессорско-преподавательского состава. Меняется позиция преподавателя, следовательно, актуализируются требования к его педагогической компетенции в соответствии с запросом профессионального сообщества и социума.

Выводы

Одним из ключевых факторов развития высшего образования становится профессионально-общественная аккредитация, которая является толчком для технологической трансформации вуза. Это подразумевает внедрение в образовательный процесс компетентностно-ориентированных технологий, цифровизацию образования, что ведет к созданию единого образовательного пространства высшей школы, помогая преодолеть риски, и реализует форсайт-сценарий развития высшей школы.

Список литературы

1. Экспертный доклад «12 решений для нового образования» [Электронный ресурс]. URL: https://www.hse.ru/news/expertise/217884372.html (дата обращения: 25.03.2019).

2. Федеральный Закон «Об образовании в РФ» Закон 273-ФЗ «Об образовании в РФ» 2012 в редакции 06.03.2019 г. Ст. 96 [Электронный ресурс]. URL: http://zakon-ob-obrazovanii.ru/ (дата обращения: 05.02.2019).

3. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минэкономразвития России, 2013 [Электронный ресурс]. URL: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc 20130325_06 (дата обращения: 05.02.2019).

4. Форсайт высшей школы России-2030. Базовый сценарий [Электронный ресурс] elar.urfu.ru/bitstream/10995/52962/1/UM_2013_3_003.pdf автор: ВС Ефимов – 2013 (дата обращения: 05.02.2019).

5. Каракозов С.Д., Уваров А.Ю. Успешная информатизация = трансформация учебного процесса в цифровой образовательной среде // Проблемы современного образования. 2016. № 2. С. 7–19. [Электронный ресурс]. URL: http://www.pmedu.ru (дата обращения: 02.04.2019).

6. Гетман Н.А., Котенко В.В., Котенко Е.Н. Подготовка преподавателя вуза к профессиональной деятельности в соответствии с современными профессиональными стандартами // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 9–3. С. 490–494.

7. Гетман Н.А., Зырянов Б.Н. Оценка образовательных услуг кафедры стоматологии последипломного образования врачами-стоматологами как фактор повышения эффективности деятельности // Педагогическое образование в России. 2015. № 6. С. 32–36.

УДК 378.147:37.062

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНТРОПОЛОГИЯ» В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Николаев В.Г., Синдеева Л.В., Романова Е.В., Орлова И.И., Батухтина Н.П., Вахтина Л.Ю.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, e-mail: lsind@mail.ru

В высших медицинских учебных заведениях, наряду с преподаванием профилирующих дисциплин, студенты изучают ряд общетеоретических, к числу которых относится антропология. Интерес к изучению общеобразовательных дисциплин обучающихся зачастую снижен ввиду отсутствия прямой связи с будущей профессией. Авторы статьи предположили, что для повышения интереса к антропологии необходимо включить в методику ее преподавания больше интерактивных занятий. Среди 139 обучающихся на первом курсе ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого проведено анонимное анкетирование. Вопросы анкеты были направлены на выявление «важных», «неважных», «средней степени важности» дисциплин. Анализ опроса показал, что более половины респондентов – 58,9% считают антропологию наукой «средней важности», 5,4% отнесли ее к «важным», а для 35,7% опрошенных указанная дисциплина не представляет особой значимости во взаимосвязи с будущей профессией. Далее студентам предлагалось определить, для чего необходимо изучать антропологию лично каждому анкетируемому, и затем – что необходимо изменить в преподавании этой дисциплины для повышения ее значимости. 19,1% опрошенных отметили, что для повышения значимости предмета в глазах студента, или просто для усиления интереса к дисциплине, необходимо добавить интерактивности. Наиболее часто применяемая интерактивная форма практического занятия по антропологии в нашем университете – деловая игра, а также проводится просмотр фильма с последующим обсуждением, пресс-конференции и по предложенной авторами методике составления синквейна. В конце учебного года был проведен еще один опрос студентов, на основе которого был сделан вывод о положительном влиянии интерактивных технологий на мотивацию к обучению.

Ключевые слова: антропология, студенты, интерактивные методы

APPLICATION OF INTERACTIVE TRAINING METHODS ON THE DISCIPLINE «ANTHROPOLOGY» IN THE SYSTEM OF HIGHER MEDICAL EDUCATION

Nikolaev V.G., Sindeeva L.V., Romanova E.V., Orlova I.I., Batukhtina N.P., Vakhtina L.Yu.

Krasnoyarsk State Medical University n.a. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, e-mail: lsind@mail.ru

At medical universities, students study majors and general theoretical disciplines. Anthropology refers to the general theoretical disciplines. General theoretical disciplines are not directly related to the future profession, so interest in them is often reduced. The authors of the article suggest that in order to increase interest in anthropology, it is necessary to include more interactive classes in the methodology of its teaching. 139 students of the Krasnoyarsk Medical University were interviewed about the importance of anthropology and other theoretical disciplines. Disciplines called «important», «medium importance» and «unimportant». Analysis of the survey showed that more than half of the respondents – 58,9%, consider anthropology a science of «medium importance», 5,4% attributed it to «important», and for 35,7% of respondents this discipline does not represent special significance in conjunction with the future profession. Students were asked to determine the significance of anthropology for them and suggest activities to increase interest in anthropology. 19,1% of respondents noted that in order to increase the importance of the discipline and increase interest in it, it is necessary to add interactivity in the study. In our university, on interactive classes are used: business game, watching educational films and discussing them, a press conference, a technique for creating a bluevine. At the end of the school year, another student survey was conducted, on the basis of which it was concluded that the interactive technologies had a positive effect on learning motivation.

Keywords: anthropology, students, interactive methods

Дисциплина «Антропология» относится к общетеоретическому курсу, выполняя ряд задач по формированию у студентов специальных знаний и компетенций, необходимых для решения социальных и профессиональных задач. Антропология – это интегративная наука, является базовым, связующим звеном в изучении морфологии и физиологии здорового человека. Поэтому в рамках данной концепции обучаются студенты первых курсов медицинских университетов, изучая анатомию, гистологию, цитологию, эмбриологию, биологию как основные предметы.

Однако освоение общетеоретических дисциплин вызывает у студентов противоречивые чувства. С одной стороны, очевидно, что высшее медицинское образование подразумевает воспитание всесторонне развитой личности, обладающей фунда-

ментальными знаниями по естественнонаучным и гуманитарным наукам. С другой стороны, обучающиеся лишены мотивации к качественному усвоению общетеоретических предметов ввиду отсутствия прямой связи с будущей профессией, иногда знания по общетеоретическому курсу опережают потребность в них студентов. Ввиду вышесказанного у обучающихся снижен интерес к изучению данных дисциплин [1, 2]. В связи со сложившейся ситуацией нами была выдвинута гипотеза о необходимости использования интерактивных методов при преподавании антропологии, для повышения мотивации и интереса к изучению данной дисциплины и совершенствования знаний и культуры обучающихся.

Интерактивное обучение является одним из актуальных направлений современного образовательного процесса. Под понятием «интерактивные формы обучения» подразумевается организация учебной деятельности через взаимодействие обучающихся друг с другом; при этом повышается мотивация и эффективность занятий, создаются условия для развития социальных качеств личности: умение общаться, использовать информацию, сотрудничать, работая в группе [2].

Интерактивность подразумевает нахождение в режиме беседы, диалога с кем-либо. В отличие от традиционных методов, интерактивные ориентированы на доминирование активности обучающихся в ходе занятия [3]. В условиях интерактива у студентов наблюдается повышение точности восприятия, мыслительной работоспособности, происходит интенсивное развитие интеллектуальных и эмоциональных свойств личности: устойчивости внимания, наблюдательности, способности анализировать и подводить итоги. Интерактивное обучение способствует установлению эмоциональных контактов между обучающимися, расширяет спектр образовательных возможностей [4].

Тем не менее не подвергается сомнению точка зрения, что такая форма образовательного процесса все-таки требует дальнейшего осмысления и концептуализации [5]. Недостатки интерактивных методов в том, что они не всегда могут преодолеть нежелание обучающегося включаться в процесс обучения, для некоторых обучающихся групповая работа становится способом ничего не делать, новые методики разрушают у некоторых студентов привычные стереотипы процесса обучения, что приводит к внутреннему дискомфорту, не всегда удаётся исключить доминирование мнения какого-либо одного студента, который лидирует в группе, если преподаватель недостаточно хорошо владеет интерактивными методиками, то занятие может превратиться в простую анархию, чрезмерное увлечение интерактивом может увести от главной цели занятия – получения знаний по определённой теме.

Форм проведения интерактивных занятий на сегодняшний день разработано очень много, однако Е.К. Вдовина [5] считает, что очень сложно и нецелесообразно классифицировать интерактивные методы, так как многие из них являются сложным переплетением нескольких приемов. Использование тех или иных методов зависит от разных причин: цели занятия, опытности участников и преподавателя, их вкуса. Нужно также оговорить и условность названия многих методов. Часто одно и то же название используется для обозначения различного содержания и, наоборот, одни и те же методы встречаются под разными именами.

По мнению Н.В. Автионовой [6], наиболее распространенными интерактивными формами в современном вузе являются: коллективный анализ ситуаций, имитационный диалог, ролевые и деловые игры, работа в малых группах, а также занятия в форме пресс-конференции.

Анализ многочисленных публикаций, посвященный применению интерактивных методов в медицинском вузе, позволяет заключить, что на младших курсах чаще других применяются деловые игры, которым на старших курсах приходят на смену ролевые игры и технология case study [7–9], форма интерактива всегда определяется содержанием занятия. Интерактивное обучение в условиях медицинского вуза способствует лучшему усвоению материала и соответствует всем принципам компетентностного образования, а также развивает у будущих врачей понимание структуры профессиональной медицинской деятельности, позволяет накопить ценностно-смысловой опыт решения проблем, с которыми придется столкнуться в дальнейшей работе.

Вышеизложенное позволяет считать данное исследование актуальным и своевременным.

Цель работы: апробировать систему интерактивных методов обучения и разработать новые, в рамках дисциплины «Антропология», обеспечивающих повышение мотивации к изучению дисциплины.

Задачи работы:

1. Обозначить дисциплины, относящиеся к общеобразовательному курсу, предложить студентам определить важность изучения каждого предмета, определить место антропологии в их ряду.

2. Разработать формы интерактивных занятий, применяемых в курсе антропологии в Красноярском медицинском университете.

3. Дать практические рекомендации по применению интерактивных методов при обучении общетеоретическим дисциплинам на примере дисциплины «Антропология».

Материалы и методы исследования

Авторами статьи была разработана анкета, включающая вопросы по определению значимости фундаментальных дисциплин и дисциплин общеобразовательного курса, в том числе антропологии, а также вопросы, позволяющие, на взгляд студентов, решить проблемы усвоения материала. В качестве респондентов выступили 139 студентов, обучающихся на первых курсах Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, по специальностям «лечебное дело», «педиатрия», «стоматология» и «клиническая психология». Обработка анкет проводилась при помощи статистического аппарата электронных таблиц Microsoft Excel, версия 2010.

Изучена и проанализирована научная и учебно-методическая литература по изучаемой теме и произведен анализ рабочей программы по антропологии КрасГМУ.

Результаты исследования и их обсуждение

В первой части опроса мы попросили студентов поставить на первое и последнее место по значимости только одну дисциплину. Более половины опрошенных (53,5%) на первое место, по значимости для них поставили анатомию человека. На втором месте оказались две дисциплины – биология и гистология – самыми важными их назвали по 21,9% студентов. Самыми важными дисциплинами также назывались экономика и физическая культура, однако такое мнение было единичным (по 0,9%). Остальные дисциплины ни разу не были поставлены по значимости на первое место.

Дисциплин, которые, по мнению студентов, расположились на последнем месте по важности, оказалось существенно больше. Чаще других в качестве самых второстепенных дисциплин названы экономика и физическая культура – по 13,2% респондентов поставили данные предметы на последнее место. Далее в порядке убывания значимости студенты поставили правоведение (11,4%). Антропологию нечасто называли в качестве «самого ненужного» предмета (4,4%). Следует отметить, что на последнем месте по значимости оказывалась хотя бы один раз каждая из дисциплин первого курса, за исключением «лидеров по значимости» – анатомии человека, гистологии, биологии, а также дисциплины «Информатика».

Помимо выявления самой нужной и самой «ненужной» дисциплины для будущего врача мы предложили более детально распределить каждый из предметов учебного плана к определенной категории: важные, средней важности и неважные. От предыдущей части опроса это отличалось тем, что к определенной категории отнесена не единственная дисциплина, а несколько, на усмотрение студента. Результаты опроса по каждой дисциплине представлены в таблице.

Мнение студентов о значимости учебных дисциплин, изучаемых на первом курсе медицинского вуза

Дисциплина	Важные	Средней важности	Малой важности
Анатомия человека	91,0%	9,0%	0,0%
Антропология	5,4%	58,9%	35,7%
Биология	63,2%	35,8%	0,9%
Гистология	76,0%	24,0%	0,0%
Док. медицина	0,0%	58,3%	41,7%
Информатика	13,3%	6,7%	80,0%
Иностранный язык	6,3%	46,9%	46,9%
История искусств	0,0%	8,3%	91,7%
История медицины	0,0%	48,4%	51,6%
История Отечества	0,0%	47,1%	52,9%
Латинский язык	8,9%	80,0%	11,1%
Правоведение	0,0%	26,5%	73,5%
Психология	5,9%	67,6%	26,5%
Физика	3,8%	50,0%	46,2%
Физкультура	3,0%	30,3%	66,7%
Химия	12,3%	58,5%	29,2%
Экономика	2,1%	27,7%	70,2%

Как видно из таблицы, более половины респондентов (58,9%) считают антропологию предметом средней значимости, лишь 5,4% отнесли ее к важным, а для 35,7% опрошенных указанная дисциплина не представляет важности во взаимосвязи с будущей профессией.

Следующий вопрос, который мы задавали студентам в ходе анонимного анкетирования: «Для чего лично Вам нужна антропология?» Большая часть опрошенных считают, что полезными могут быть лишь отдельные темы из курса антропологии. В качестве примера таких тем называются занятия «Оценка биологического возраста» и «Понятие о компонентном составе тела», «Основы дерматоглифики». Для 21,8% студентов роль антропологии заключается в расширении кругозора, а 11,3% опрошенных признались, что данная дисциплина не несет связи с будущей профессией и лично им она не нужна. Затруднились ответить на данный вопрос 4,8% респондентов.

Последний вопрос анкеты для нас представлялся самым важным: «Что на Ваш взгляд необходимо изменить в преподавании дисциплин, чтобы повысить их значимость в Ваших глазах?». Наиболее часто (15,1% случаев) предлагается изменить изложение дисциплины таким образом, чтобы стала понятна связь с медициной или с жизнью в целом. Также встречались ответы: сократить время занятий в пользу специальных дисциплин (12,7%), заменить преподавателя (8,7%), совсем исключить общетеоретические предметы (6,3%), оставить все как есть (5,6%). В единичных случаях респонденты предлагали сделать «неважные» предметы дистанционными или свободными по посещению, уменьшить требования к оценке знаний по дисциплине, также отмечалась несвоевременность некоторых дисциплин («Доказательная медицина» предмет, безусловно, важный, но изучать его на первом курсе рано!). Но большая часть опрошенных – 19,1% отметили, что для повышения значимости предмета в глазах студента или просто для усиления интереса к дисциплине необходимо добавить интерактивности.

Наиболее часто применяемая интерактивная форма практического занятия по антропологии – деловая игра. Этот метод представляет собой согласованный групповой мыслительный поиск, что требует вовлечения в коммуникацию всех участников. По данной методике проводится несколько практических занятий, одно из которых «Теория антропогенеза». На указанном занятии группа «авторов» представляет на обсуждение «свою» теорию происхождения человека, которую они считают единственно верной. Группа «критиков» должна не просто подвергнуть сомнению теорию, предложенную «авторами», но и предложить доказательства другой, на их взгляд, более правильной теории. Далее каждый член группы «наблюдателей» должен задать по одному вопросу «авторам» и «критикам» по обсуждаемой тематике. «Независимые эксперты» подводят итоги услышанного, выбирают самую, на их взгляд, правильную точку зрения, при этом с обязательной аргументацией последней.

На занятиях по конституциональной антропологии студентам предоставляется возможность самостоятельно поработать на имеющемся медицинском оборудовании, а именно на аппарате оценки состава тела и водных секторов организма «АВС-01 Медасс», преподаватель использует метод «ролевая игра». Основные действующие лица ролевой игры – это «врач», «медсестра» и «пациент». «Медсестра» готовит пациента на обследование и проводит измерение состава тела на приборе. «Врач» интерпретирует полученные результаты. «Пациент» в данной игре не является пассивным участником, он задает врачу вопросы, касающиеся проведенного исследования. Не задействованные в этих ролях студенты выполняют функцию экспертов и сами оценивают участников ролевой игры с обязательной аргументацией оценок. В данной игре критериями оценки является правильная укладка «пациента» на обследование, правильная интерпретация первичного протокола обследования, грамотные вопросы пациента. Грубейшей ошибкой в ходе игры считается ситуация, когда «врач» не задал пациенту вопрос о наличии у него кардиостимулятора.

Еще одна методика, применяемая на занятиях по антропологии – это просмотр учебных фильмов. Так на заключительном занятии по эволюционной антропологии демонстрируется фильм «Одиссея вида», в котором хронологически излагается вся история человека, начиная от рамапитеков и заканчивая человеком разумным. После просмотра каждый обучающийся высказывает свое мнение об увиденном.

Следующим интерактивным методом в преподавании антропологии является пресс-конференция. В ходе такого занятия студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения.

Авторами статьи опробован и предлагается использовать интерактивный ме-

тод – написание синквейна при работе в малых группах – как составление краткого резюме на основе больших объемов информации, что является полезным для выработки аналитических способностей у студентов. Написание синквейна является формой свободного творчества, требующей от студента умения находить в информационном материале наиболее существенные элементы, делать выводы и кратко их формулировать.

На завершающем этапе нашего исследования в конце учебного года проведен еще один опрос студентов, на основе которого был сделан вывод о положительном влиянии интерактивных технологий на мотивацию к обучению.

Студентам было задано три вопроса:

1. Назвать темы занятий, которые вызвали повышенный интерес.

2. Каковы причины повышенного интереса к той или иной теме?

3. Если Вы считаете, что мотивация к изучению антропологии на каком-либо этапе не повысилась, то каковы причины этого?

Большинство студентов в качестве самого интересного занятия назвали тему «Аппаратные методы оценки состава тела» (78,3 %). Данное занятие проведено в форме ролевой игры. Причиной повышенного интереса называлось ощущение сопричастности вопросам практического здравоохранения.

О повышении мотивации к обучению сообщили 77,2 % респондентов. Причиной повышения мотивации многие студенты называли возможность показать себя, свою эрудицию, интеллектуальные способности, что на начальном этапе обучения в вузе способствует самоутверждению молодых людей в новом для них коллективе. Несомненно, применение интерактивных технологий дает возможность продемонстрировать все те качества, которые важны для самореализации. К сожалению, 22,8 % опрошенных не ощутили повышения мотивации.

Таким образом, усиление мотивации к обучению дисциплине «Антропология» более обусловлено социальными, а не познавательными мотивами (желанием занять место лидера, доминировать в коллективе и т.п.), наиболее эффективными формами интерактивных занятий являются игровые формы: деловая игра, ролевая игра, в качестве нового интерактива предлагаем использовать синквейн. Подобные методы могут быть полезными в преподавании других общетеоретических дисциплин.

Список литературы

1. Белобородов В.А., Белобородов А.А. Информационно-коммуникационные технологии в организации самостоятельной работы студентов // Сибирское медицинское обозрение. 2009. № 4. С. 105–108.

2. Кияновская Л.Ф. Интерактивные формы обучения, или хорошо забытое старое // Вестник ИрГТУ. 2014. № 4. С. 250–256.

3. Чолак В.В. Интерактивное обучение // Проблемы современной науки и образования. 2014. № 3. С. 102–105.

4. Привалова Г.Ф. Активные и интерактивные методы обучения как фактор совершенствования учебно-познавательного процесса в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/pdf/2014/3/215.pdf (дата обращения: 18.03.2019).

5. Вдовина Е.К. Интерактивные методы обучения в условиях предметно-языковой интеграции // Тр. Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. 2014. Т. 202. С. 119–126.

6. Автионова Н.В. Формы и методы непрерывного обучения в вузе // Вестн. образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Гуманитарные науки. 2013. № 2. С. 4–6.

7. Горшков И.П. Case-метод в обучении клинических ординаторов по специальности «Эндокринология» // Инновации в науке. 2014. № 40. С. 98–101.

8. Овсянников Е.С. Использование методов активного обучения на кафедре факультетской терапии в медицинском вузе // Инновации в науке. 2014. № 40. С. 130–134.

9. Рыбакова М.В. Гуманитарные дисциплины как средство формирования общекультурных компетенций студентов // Актуальные вопросы общественных наук: сб. науч. тр. Новосибирск, 2014. С. 24–49.

УДК 378.14

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

[1]Овчинникова Л.П., [2]Михелькевич В.Н.

[1]ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Самара, e-mail: PLOvchin@yandex.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: J918@yandex.ru

В статье рассматриваются теоретико-методологические основы и инновационные практики педагогического проектирования самостоятельной работы студентов. Представлена обобщенная алгоритмическая модель дуального управления самостоятельной работой студентов, в структуре которой содержатся две взаимосвязанных подсистемы – подсистема педагогического управления самостоятельной работой студентов, которая содержит в своей структуре пять функциональных компонентов (нормирование, планирование, учебно-методическое обеспечение, контроль и коррекция), и подсистема самоуправляемой индивидуальной самостоятельной работы студента, содержащей в своей структуре также пять функциональных компонентов (самонормирование, самопланирование, самоорганизация, самоконтроль, самокоррекция). Рассматривается методика выбора содержания учебного материала, выносимого на самостоятельное изучение, задач, заданий в объемах временных затрат на их освоение, не превышающих оптимизированные значения среднестатистических загрузок студентов самостоятельной работой. Особое внимание уделено научно обоснованному составлению план-графиков выполнения студентами самостоятельной работы по всем дисциплинам предстоящего семестра, планированию промежуточных аттестаций студентов по всем дисциплинам в течение планируемого семестра. Предложены оптимизированные положения построения план-графиков выполнения самостоятельной работы, обеспечивающие непрерывность выполнения самостоятельной работы по всем учебным дисциплинам данного семестра, рассредоточенность проводимых промежуточных аттестаций по всем неделям семестра и, что особенно важно, равномерность недельной и суточной загрузки студентов на протяжении семестра. Акцентируется внимание ведущих преподавателей учебных дисциплин, разрабатывающих компонент «учебно-методическое обеспечение» подсистемы педагогического управления самостоятельной работой студентов на учет индивидуального учебного стиля у обучающихся, равно как и любое учебное и учебно-методическое пособие характеризуется своим учебным стилем изложения содержания присущее его создателю/авторам. Исходя из этого рекомендуется отобрать не менее трех учебных пособий разных авторов и дать свободный доступ к их использованию, чтобы студенты в процессе самоуправляемой самостоятельной учебно-познавательной деятельности смогли выбрать и использовать такие учебные пособия, учебный стиль которых был бы наиболее идентичен собственному учебному стилю.

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, план-график, промежуточная аттестация

A SYSTEMATIC APPROACH TO PLANNING STUDENTS' INDEPENDENT WORK

[1]Ovchinnikova L.P., [2]Mikhelkevich V.N.

[1]Samara State University of Transport, Samara, e-mail: PLOvchin@eandex.ru;

[2]Samara State Technical University, Samara, e-mail: J918@yandex.ru

The paper deals with theoretical and methodological foundations and innovative practices of instructional design concerned with students' independent work. A generalized algorithmic model of dual management of students' independent work is presented, which contains two interrelated subsystems – the subsystem of educational management of students' independent work including norm-setting, planning, educational and methodological support, control and correction and the subsystem of students' self managing individual independent work including self-norm-setting, self-planning, self-organization, self-control, self-correction. The article addresses the methods and methodology of selecting the content of learning materials for independent work. The time required for carrying out the assigned tasks is not to exceed the optimized values of average students' workload with regard to independent work. Of special importance is scientifically proven scheduling of students' independent work in all subjects of the upcoming semester, planning of mid-term students' assessments in all disciplines during the semester. Optimized ideas are suggested how to schedule independent work and ensure its continuity in every discipline, dispersion of the mid-term assessments throughout all weeks and evenness of weekly and daily students' workload throughout the semester. Top lecturers and instructors should pay special attention both to students' individual learning style and to the author's individual approach of presenting learning materials. It is recommended to choose minimum three manuals of different authors to let students make their own decisions taking into consideration their cultural and educational background as well as individual learning style.

Keywords: students' independent work, schedule, mid-term assessment

Планирование самостоятельной работы студентов является одним из функциональных компонентов и этапов целостной системы дуального управления самостоятельной работы студента – субъекта образовательного процесса [1]. В наших исследованиях [2, 3] показано, что процесс самостоятельной учебно-познавательной деятельности студента во всех случаях, будь то самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя [2], либо полностью индивидуальная самоуправляемая

самостоятельная работа студентов в системе онлайн-образования [4], осуществляется в системе дуального управления, то есть по двум взаимосвязанным каналам: по каналу педагогического управления и каналу самоуправления индивидуальной самостоятельной работой.

Цель исследования: рассмотреть теоретико-методологические основы и инновационные практики педагогического проектирования самостоятельной работы студентов.

Материалы и методы исследования

При выполнении исследований по планированию самостоятельной работы использовались методы анализа статистической информации, о реальной учебной загрузке студентов и методы многокритериальной оптимизации загрузки студентов учебной самостоятельной деятельностью, с учетом их психофизиологических ограничений обучающихся.

Для более полного обобщения и образного восприятия проблемы рассмотрим модель дуального управления самостоятельной работой студентов, представленную на рис. 1.

Из рисунка следует, что в структуре системы управления самостоятельной работой студентов (СРС) содержатся две взаимосвязанных подсистемы: подсистема педагогического управления СРС и подсистема индивидуальной самоуправляемой СРС. Подсистема педагогического управления СРС содержит в своей структуре звено 1 «целеполагание», определяющее цель и содержание СРС; звено 2 «нормирование», определяющее оптимизирование значения нормы времени выполнения СРС; звено 3 «планирование», в котором содержание СРС расчленяется на учебные модули/элементы, устанавливаются сроки на их выполнение и контроль; звено 4 «учебно-методическое обеспечение; звено 5 «педагогический контроль» и звено 6 «педагогическая коррекция», которое в случае группового отключения фактических результатов СРС от заданных может быть скорректирована либо по норме времени, либо по планам выполнения, либо по обогащению изначального состава учебно-методического обеспечения. Подсистема индивидуальной самоуправляемой СРС в своей структуре содержит следующие функциональные звенья: звено «самонормирование» (7); звено «самопланирование» (8); звено «самоорганизация»(9); звено «самоконтроль» (10) и звено «самокоррекция» (11).

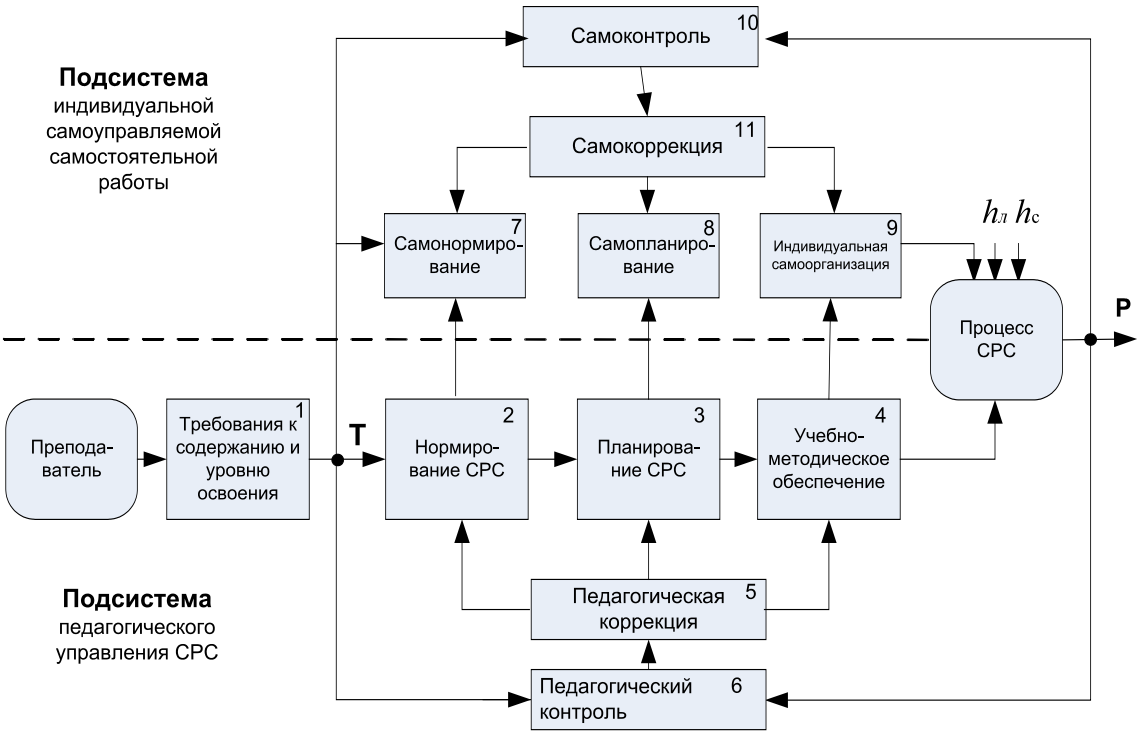


Рис. 1. Модель системы дуального управления самостоятельной работой студентов

Очевидно, что дуальная модель управления СРС при разных численных соотношениях ресурсов/вкладов канала педагогического управления СРС и канала самоуправляемой индивидуальной самостоятельной работы, в итоговый результат самостоятельной учебно-познавательной деятельности студента может иметь неограниченное число вариантов. Естественно, что и для студентов и для преподавателя наиболее желанным и результативным является вариант полностью самоуправляемой индивидуальной самостоятельной деятельностью студента. Однако надо иметь в виду, что вариант модели локально/автономно функционирует только на этапе выполнения СРС, то есть от момента получения задания до ее завершения и получения результата. В этом случае канал педагогического управления функционирует на упреждение и на создание необходимых условий для эффективного функционирования подсистемы самоуправляемой СРС. Подготовительная работа по педагогическому управлению СРС в силу своей упрежденности находится в поле зрения ее пользователей-студентов и контролеров, но опытные преподаватели знают, сколь она трудоемка, какую долю педагогического опыта и мастерства приходится вкладывать в разработку нормативов времени на СРС, на планирование этой работы и создание средств учебно-методического обеспечения.

Результаты исследования и их обсуждение

Задачи, принципы и методики нормирования времени на самостоятельную работу студентов по учебным дисциплинам и видам учебной деятельности при преподавании в рамках одного семестра 6–10 учебных дисциплин изложены авторами в [3]. Оптимизация нормирования загрузки студентов самостоятельной работой производится с учетом трудоемкости учебных дисциплин, одновременно преподаваемых в рассматриваемом семестре и с учетом общего ограниченного времени на учебную деятельность студента, исходя из его психофизических возможностей [5]. Там же [3] даны рекомендации по индивидуальному нормированию времени на выполнение СРС по дисциплинам и видам учебной деятельности. Оптимизированием среднестатистической нормы времени пользуется большинство студентов для составления индивидуальных и семестровых графиков своей учебной работы, а преподаватели учебных дисциплин, курсовых работ и проектов – для отбора текстов для самостоятельного изучения и реферирования, набора задач и контрольных заданий, заданий на контрольно-графические работы, на выполнение проектов с трудоемкостью выполнения, не превышающей оптимизированные нормативы времени.

Основная цель структурного компонента 3 «планирование» подсистемы педагогического управления СРС состоит в создании благоприятных условий для успешной непрерывной/перманентной СР по всем учебным дисциплинам, изучаемым в данном семестре при условии, что их недельная и суммарная суточная (в часах) загрузка не будет превышать оптимизированных значений, установленных среднестатистических норм по каждой дисциплине. При соблюдении этих двух условий – непрерывности и равномерности загрузки деятельностью – обеспечивается психофизиологический комфорт для выполнения самостоятельной работы и здоровьесберегающий регламент жизнедеятельности студентов.

На этапе педагогического проектирования решается ряд организационно-дидактических задач:

1. Ведущие преподаватели учебных дисциплин, изучаемых студентами в планируемом семестре: а) выбирают содержание материала по своей дисциплине, выносимого на самостоятельное изучение в объеме времени, близкому, но не превышающему установленной среднестатистической норме; б) подбирает количество и содержание задач и контрольных заданий по дисциплине, трудоемкость выполнения которых (в часах) также не должна превышать установленные среднестатистические нормы; в) разрабатывают задания на выполнение курсовых работ и курсовых проектов, трудоемкость выполнения которых должна соответствовать оптимизированным значениям среднестатистических норм загрузки студентов самостоятельной работой. Весьма важно, чтобы трудоемкость выполнения выдаваемых на самостоятельную работу студентам текстов, задач и заданий была объективной и научно обоснованной, что подтверждается предварительной работой с использованием хронометража, анкетирования и анализа предыдущего собственного или коллегиального педагогического опыта. Очевидно, что ведущие преподаватели должны осуществлять минимально необходимый, но достаточный контроль за выполнением студентами самостоятельной работы по всем дисциплинам, поскольку текущий контроль следует проводить по завершении изучения учебного модуля или учебной единицы, что может прогнозировать только ведущий преподаватель, то он должен сообщить в деканат факультета планируемые сроки промежуточного кон-

троля, промежуточной аттестации по своей дисциплине в данном семестре. Таких промежуточных аттестаций по дисциплине, как будет показано ниже, в зависимости от трудоемкости изучаемой дисциплины, может быть от 1 до 3.

2. Деканат факультета совместно либо при поддержке учебно-методической комиссии факультета разрабатывает план-график выполнения СРС на данный семестр. План-график СРС на семестр представляет собой таблицу, где по оси абсцисс расположены названия учебных дисциплин, изучаемых в данном семестре, виды итоговой аттестации (экзамены, зачеты, защиты проектов), а по оси ординат время (номера недель, месяца, числа) с указанием сроков промежуточной аттестации.

Следует отметить, что в последнее десятилетие проблемам педагогического управления самостоятельной работой студентов в педагогической литературе и в педагогической практике не уделялось достаточного внимания. Методики и опыт разработки и выдачи студентам на предстоящий семестр план-графиков выполнения СРС были утрачены, а текущий/промежуточный контроль, называемый ныне текущей/промежуточной аттестацией, стал проводиться одномоментно, в течение одной аттестационной недели по всем дисциплинам данного семестра [6].

При этом в одних вузах промежуточная аттестация проводится раз в семестр в середине семестра (при 18 недельном семестре на 9-й аттестационной неделе), в других – два раза за семестр (на 6-й и 12-й неделях), в третьих – три раза (на 5-й, 10-й и 15-й неделях). При этом результаты промежуточной аттестации по всем дисциплинам в виде бумажных ведомостей сдаются в соответствующие деканаты факультетов/институтов университетов, либо в электронном виде помещаются во внутреннюю/локальную внутривузовскую сеть для возможности контроля и анализа. Одномоментность проведения промежуточной аттестации по выполнению СРС и излишняя централизация информации о состоянии выполнения учебной деятельности каждого из студентов по всей иерархической структуре подразделений вуза «ведущий преподаватель – кафедра – деканат – проректор» предоставляется недостаточно совершенной. При одномоментном проведении промежуточной аттестации, проводимой по 6–10 дисциплинам, не учитывается логическая завершенность изложения и освоения учебных модулей и дидактических единиц, что вызывает затруднения при проведении процедуры контроля (тестирование, собеседование, просмотр и оценивание выполнения задач, заданий и т.д.). Так, во многих случаях оценка «аттестован» отражает не результат СРС, а его прилежание, нацеленность на результат и позитивное движение к нему. К тому же пиковая нагрузка (6–10 процедур контроля по 6–10-разным учебным дисциплинам за одну аттестационную неделю) создает значительную учебную перегрузку, психофизиологическое переутомление, а у студентов, особо усердных и отличающихся повышенной психологической тревожностью, вызывает стрессовое состояние. Отсюда следует, что сроки контрольных аттестаций должны быть равномерно распределены по неделям данного семестра и к тому же должны максимально учитывать логическую завершенность контролируемой самостоятельной работы. Существующая практика во многих вузах сбора, хранения и использования баз данных результатов промежуточных аттестаций студентов о ходе выполнения ими самостоятельной работы недостаточно эффективна и нуждается в корректировке. Излишняя централизация этого процесса порождает ряд противоречий. Передаваемые в деканаты аттестационные ведомости или размещение в локальных вузовских сетях базы данных о результатах периодических аттестаций студентов насчитывают десятки тысяч (на уровне деканата) и сотни тысяч (на уровне ректората) оценок «аттестован – не аттестован» не только трудна из-за большого массива для анализа, но и мало информативна. В самом деле оценкой «аттестован» может быть отражен результат отлично выполненной работы на творческом уровне и посредственная работа, выполненная на пороговом уровне. Еще меньше информации содержит оценка «не аттестован», за ней может скрываться и болезнь студента, и поездка на спортивные соревнования, и необходимость подработать при низком материальном положении семьи, и элементарная недисциплинированность, леность и другие иные причины. Это могут усмотреть и доподлинно знать только ведущие преподаватели и преподаватели-кураторы групп, а в неординарных случаях и заведующие соответствующих кафедр. Они же принимают решение на основании информации о результатах аттестации о корректировке учебной деятельности того или иного студента. Поэтому информация о результатах промежуточных аттестаций необходима только кафедрам и ее ведущим преподавателям, а значит, хранение базы данных должно быть на кафедрах. При децентрализации управления педагогического блока СРС вся ответственность за ее организацию

и результативность возлагается на кафедру и отпадает необходимость вводить и перерабатывать базу данных на верхнем уровне иерархии управления, что позволит избавить преподавателей от излишней работы по оформлению аттестационных ведомостей и работы с компьютером по введению базы данных в вузовскую информационную сеть.

С учетом вышесказанного и анализа известного педагогического опыта составления планов-графиков выполнения студентами самостоятельной работы на предстоящий семестр предлагается положить в основу научно обоснованного проектирования этого важного организационно-методического документа, который является одним из важнейших условий эффективной самоуправляемой самостоятельной индивидуальной работы студента, следующие положения: а) время (сроки) проведения процедур аттестации промежуточной по дисциплинам должно быть равномерно рассредоточено по неделям семестра и не должен быть более двух раз в неделю; б) аттестационные процедуры должны быть проведены не ранее пятой недели и заканчиваться не позднее 14 недели (при 18 недельном семестре); в) число промежуточных аттестаций по учебным дисциплинам должно планироваться в зависимости от трудоемкости изучаемых в данном семестре дисциплин и для дисциплин с высокой трудоемкостью (ДВТ)-3, для дисциплин с повышенной трудоемкостью их освоения (ДПТ)-2, для дисциплин с пороговой (базовой) трудоемкостью освоения (ДБТ)-1. Трудоемкость освоения учебной дисциплины при этом определяется двумя факторами: числом часов аудиторных занятий за семестр и требуемым уровнем освоения этой дисциплины по шкале Б. Блума [7, с. 11]. Оптимальное число аттестационных процедур по дисциплинам за семестр находится из матрицы (рис. 2), по одной оси которой расположены часы аудиторных занятий по дисциплине в данном семестре (по учебному плану), а по другой – уровни освоения данной дисциплиной в соответствии со шкалой Б. Блума.

В свою очередь, необходимый уровень освоения дисциплины «знание – понимание – применение – анализ – синтез» определяется из компетентностной матрицы подготовки специалиста/бакалавра с учетом вклада (весомого коэффициента данной дисциплины в формировании той или иной универсальной, общепрофессиональной и профессиональной компетенции.

Разработанный деканатом на основе вышеизложенных положений план-график размещается в локальной информационной сети вуза и становится доступным для использования студентами, ведущими преподавателями и кафедрами. Для студентов он является навигатором в разработке индивидуальных недельных и суточных планов учебной деятельности и совмещения с другими видами своей жизнедеятельности (занятия спортом, в студиях художественной самодеятельности и т.д.).

Рядом с компонентом «планирование» подсистемы педагогического управления преемственно находится компонент 4 – «учебно-методическое обеспечение». Уже из названия этого компонента следует, что он является исходным доминирующим для эффективной самоуправляемой индивидуальной самостоятельной работы студентов. При всей очевидности в отсутствии необходимости в рассмотрении содержания структуры этого компонента ограничимся лишь одной рекомендацией по его составу. Из педагогической психологии [4, 6], а также из научных работ Б. Блума и А.В. Долматова [7, с. 11–13; 8], известно, что каждый обучающийся/студент обладает своей психологической типологией личности, своим стилем обучения. При этом под стилем обучения понимается совокупность индивидуальных психологических особенностей, характеристик: тип мышления, реакция восприятия, коммуникативность, доминирующий канал восприятия информации, объем сохраняемой информации и т.д. С другой стороны, любой учебный материал, в рассматриваемом нами случае – «учебного-методического обеспечения», обладает той или иной стилевой ориентацией, воспроизводящей стиль обучения ее авторами/автором. Исходя из этого, в состав учебно-методического обеспечения рекомендовать студентам не менее трех пособий разных авторов, разных научно-педагогических школ, естественно, включая собственные учебно-методические разработки. Это позволит студенту подобрать из этих материалов такие, которые ближе всего соответствуют его собственному стилю обучения. К тому же и учебно-методические пособия по одному и тому же предмету всегда отличаются не только стилем изложения, но и в какой-то мере информацией об изучаемом объекте и различными подходами к его изучению, что весьма важно для развития творческого мышления [9].

Выводы

1. Показано, что управление СРС имеет дуальную природу и осуществляется по двум взаимосвязанным каналам: по каналу педагогического управления и по каналу самоуправляемой индивидуальной самостоятельной работы каждого из студентов.

Число часов аудиторных занятий	Уровни освоения дисциплины по шкале Б. Блума				
	знание	понимание	применение	анализ	синтез
18	ДБТ	ДБТ	ДБТ	ДБТ	ДБТ
36	ДБТ	ДБТ	ДПТ	ДПТ	ДПТ
72	ДБТ	ДБТ	ДПТ	ДВТ	ДВТ
108	ДБТ	ДБТ	ДПТ	ДВТ	ДВТ

Рис. 2. Матрица уровней трудоемкости освоения учебной дисциплины

2. Представлена алгоритмическая модель системы дуального управления СРС, в структуре которой содержится подсистема педагогического управления СРС, содержащая пять структурных компонентов (нормирование, планирование, учебно-методическое обеспечение, контроль и коррекцию) и подсистему самоуправляемой индивидуальной работы каждого из студентов, состоящая также из пяти структурных компонентов (самонормирование, самопланирование, самоорганизация самооценка, самокоррекция). Модель способствует образному восприятию описываемого ею сложного организационно-дидактического процесса и помогает визуально увидеть и глубже понять функциональное предназначение каждого из компонентов системы.

3. Показано, что успешность и эффективность самоуправляемой индивидуальной работы студентов в значительной степени определяется теми благоприятными условиями, которые были упреждающе (к началу выдачи заданий на самостоятельную работу, к началу планируемого семестра) подсистемой педагогического управления, а именно оптимизированными, научно обоснованными нормами загрузки студентов самостоятельной работой, спланированные этими нормами трудоемкости задаваемых текстов, задач и заданий, равномерного распределения по неделям семестра промежуточных аттестаций.

4. Предложены принципы проектирования план-графиков выполнения самостоятельной работы на предстоящий семестр, обеспечивающие непрерывность и равномерность загрузки студентов самостоятельной учебно-познавательной деятельностью по всем дисциплинам данного семестра.

5. Для рекомендации по составу контента информационно-дидактической базы учебно-методического обеспечения, учитывающие стили обучения студентов.

Список литературы

1. Михелькевич В.Н., Овчинникова Л.П. Самоуправляемая самостоятельная учебная деятельность студентов и условия обеспечения ее эффективности // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=26267 (дата обращения: 15.04.2019).

2. Михелькевич В.Н., Овчинникова Л.П. Условия эффективного функционирования системы самоуправляемой индивидуальной самостоятельной учебно-познавательной деятельности студента-заочника // Вестник СамГТУ. 2013. № 2(20). С. 166–173.

3. Овчинникова Л.П., Михелькевич В.Н., Коркина С.В. Оптимизация нормирования времени самостоятельной работы студентов // Современные наукоемкие технологии. 2018 № 8. С. 204–208.

4. Симонов В.П. Педагогика и психология высшей школы: инновационный курс для подготовки магистров: учебное пособие. М.: Вузовский учебник: Инфра-М, 2015. 319 с.

5. Методические указания по организации обучения студентов высших учебных заведений (гигиенические и медицинские вопросы) N 10-11/9 [Электронный ресурс]. URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_11046.htm.(дата обращения: 24.03.2019).

6. Педагогика: учебное пособие: (для студентов и преподавателей высших учебных заведений). СПб.: Питер Пресс, 2015. 299 с.

7. Чошанов М.А. Инженерия обучающих технологий. М.: Бином, 2015. 239 с.

8. Панфилова А.П., Долматов А.В. Взаимодействие участников образовательного процесса. Учебник для бакалавров (3 изд.). М.: Юрайт, 2016. 487 с.

9. Бим-Бад Б.М. Психология и педагогика: учебное пособие. М.: Флинта, 2014. 158 с.

УДК 374

МАЛАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ АКАДЕМИЯ – ОДНА ИЗ СТРУКТУР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Супрун Л.И., Супрун Е.Г., Хлудеева М.Н.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: suprun-lily@yandex.ru

Статья посвящена организации дополнительного образования школьников 9–11 классов, желающих получить архитектурное образование. Для поступления в институт архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета г. Красноярска абитуриентам необходимо пройти конкурс по рисунку, композиции и черчению. Средняя школа такой подготовки не даёт. Поэтому при институте создано структурное подразделение – Малая архитектурная академия (МАА). Учебные занятия организованы по черчению, рисунку и композиции и проводятся с 1 октября по 31 мая. Продолжительность обучения 1 или 2 учебных года, согласно соответствующим учебным планам, разработанным преподавателями института. Целью деятельности МАА является: формирование у молодёжи устойчивой мотивации к профессии архитектора, архитектора-дизайнера, дизайнера; повышение исходного уровня знаний учащихся, необходимых не только для поступления, но и для обучения в университете. Представлен опыт подготовки школьников к творческому конкурсу по черчению. Применяется понятие геометрической модели объектов пространства. Рассматривается простейший способ её конструирования. Изучение и закрепление материала сопровождается последовательным выполнением трёх видов упражнений: презентационные (при объяснении материала), репродуктивные (отработка отдельных составляющих элементов) и продуктивные (выполнение упражнения в целом). Анализ показывает, что такая подготовка позволяет слушателям не только успешно пройти творческий конкурс, но и, поступив в университет, не менее успешно заниматься начертательной геометрией и архитектурным проектированием.

Ключевые слова: дополнительное образование, черчение, рисунок, творческий конкурс, архитектурное направление, архитектурная академия

SMALL ARCHITECTURAL ACADEMY – ONE OF THE STRUCTURES OF ADDITIONAL EDUCATION

Suprun L.I., Suprun E.G., Khludeeva M.N.

Federal STATE Autonomous educational institution «Siberian Federal University», Krasnoyarsk, e-mail: suprun-lily@yandex.ru

The article is devoted to the organization of additional education of pupils of 9-11 grades who want to get architectural education. For admission to the Institute of architecture and design of the Siberian Federal University of Krasnoyarsk applicants must pass a competition for drawing, composition and drawing. Secondary school does not provide such training. Therefore, the Institute has established structures-ing Small architectural Academy (IACA). Training sessions are–unit organized by drawing, drawing and composition and are held from October 1 to may 31. The duration of training is 1 or 2 academic years, according to the relevant curricula developed by the teachers of the Institute. The aim of the IAA is: formation of stable motivation of young people to the profession of architect, architect-designer, designer; increasing the initial level of knowledge of students necessary not only for admission but also for studying at the University. The technique of preparing students for a creative drawing competition is given. The concept of geometric model of space objects is introduced. The simplest way of its construction is considered. The study and consolidation of the material is accompanied by the consistent implementation of three types of exercises: presentation (when explaining the material), reproductive (working out of individual components) and productive (performing the exercise as a whole). The analysis shows that such training allows students not only to successfully pass the creative competition, but also to enter the University, no less successfully engaged in descriptive geometry and architectural design.

Keywords: additional education, drawing, drawing, creative competition, architectural direction, architectural Academy

В течение ряда лет в России проходит реформа образования, конечной целью которой является интеграция в единое образовательное пространство всех заинтересованных стран. На законодательном уровне эта реформа закреплена Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ [1] с рядом дополнений, сделанных в последующие годы. В нём содержится положение об общем, профессиональном и дополнительном образовании. Учащимся предоставляется возможность выбирать те предметы, которые им более необходимы в будущем, и получать дополнительное образование. Рассмотрим один из возможных вариантов его реализации.

Цель исследования: результативность дополнительного образования при подготовке к творческому конкурсу по черчению.

Объект исследования: учащиеся 9–11 классов, выпускники школ и средних учебных заведений.

Метод исследования: анализ результатов конкурса и обучения.

В концепции правительства о развитии дополнительного образования детей сказано, что оно «выполняет функции “социального лифта” для значительной части детей, кото-

рая не получает необходимого объёма или качества образовательных ресурсов в семье и общеобразовательных организациях, компенсируя таким образом их недостатки» [2].

При поступлении в вуз на архитектурные направления абитуриенты проходят конкурс по рисунку, композиции и черчению. Поскольку в учебных планах общеобразовательных школ эти дисциплины либо вообще не представлены, либо представлены очень несущественно, то будущие абитуриенты вынуждены обращаться за дополнительным образованием. С этой целью при архитектурных вузах создают специальные структуры для работы с детьми. Так при Ростовском государственном строительном университете создана Малая академия архитектуры и дизайна. В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры функционирует Малая академия строительства и архитектуры. При Казанском государственном архитектурно-строительном университете есть детская архитектурная школа «ДАШКА» с тремя разными формами обучения: «Студия», «Школа», «Колледж». Для тех, кто планирует свое поступление в МАРХИ, преподаватели разработали полтора десятка программ и готовят к прохождению вступительных испытаний. Длительность программ – от одного года до трех; учиться могут школьники 8–11 классов и выпускники. Кроме того в Москве и других городах открывают предпрофильную подготовку школьников в муниципальных системах [3] и учебных центрах [4]. Все эти структуры многоуровневые. В них занимаются разновозрастные дети. В некоторых есть даже студенты. Для них организуется подготовка к олимпиадам и конференциям.

Аналогичное структурное подразделение имеется и при Институте архитектуры и дизайна (ИАиД) Сибирского федерального университета (СФУ). Называется оно Малая архитектурная академия (МАА). Свою деятельность осуществляет по специальным программам дополнительного образования, разработанным преподавателями ИАиД. Работает с учащимися только 9–11 классов школ города и края, планирующими поступать на архитектурные специальности. Целью деятельности МАА является:

– систематизация и интеграция всех направлений профориентационной работы;

– планомерная и предметная профориентация по специальным программам;

– формирование у молодёжи устойчивой мотивации к профессии архитектора, архитектора-дизайнера, дизайнера;

– повышение исходного уровня знаний учащихся, необходимых для обучения в университете.

Учебные занятия организованы по черчению, рисунку и композиции и проводятся с 1 октября по 31 мая. Продолжительность обучения 1 или 2 учебных года, согласно соответствующим учебным планам. Конкурсные задания состоят из графических работ в виде рисунков и чертежей. Поделимся опытом подготовки абитуриентов к творческому конкурсу по черчению.

Изучение и закрепление материала обычно сопровождается выполнением многочисленных упражнений. Их можно разделить на три вида: презентационные (выполняются при объяснении материала), репродуктивные (отработка отдельных составляющих элементов) и продуктивные (выполнение упражнения в целом) [5].

Конкурсная работа по черчению состоит из двух заданий: одно из раздела «Геометрическое черчение», другое из раздела «Проекционное черчение». При подготовке к конкурсу отрабатываются продуктивные упражнения, идентичные конкурсным заданиям. Но предварительно необходимо отработать и закрепить навыки выполнения элементов этого задания репродуктивными упражнениями.

Конкурсное задание по геометрическому черчению состоит в построении контура плоской фигуры с соблюдением всех правил и простановкой размеров. Согласно разработанной программе составляющими элементами задания являются: шрифт чертёжный, типы линий, нанесение размеров, деление отрезка, построение касательных, построение сопряжений. Отработка этих тем на предварительных (репродуктивных) упражнениях позволит не только успешно выполнить первое конкурсное задание, но и не менее успешно оформлять все графические работы, будучи уже студентом.

Ещё больше упражнений необходимо выполнить при подготовке ко второй конкурсной задаче. Здесь есть информационные презентационные упражнения, помогающие сформировать у слушателей представление о геометрических моделях. Рассматривается не только операция проецирования и её виды, но и метод двух изображений, доказывающий, почему именно две проекции дают однозначную модель точки, а следовательно, и любого геометрического объекта. Вводится понятие линий уровня и проецирующих элементов. Показывают, что ортогональный чертёж и аксонометрия – это две геометрические модели, построенные по общему методу двух изображений. Каждая из них моделируется парой проекций, которые в зависимости от способа перехода к плоской модели получили название: фронтальная и горизонтальная на ортогональном чертеже, первичная

и вторичная в аксонометрии. Вводят понятие метрики пространства и показывают способ получения её аксонометрической модели. Рассматривают виды аксонометрии и подробно останавливаются на двух стандартных её видах: прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии. После такого ознакомления слушатели не будут противопоставлять аксонометрию и изометрию (что, к сожалению, встречается в публикациях отдельных авторов). Они знают, что изометрия – это один из видов аксонометрии. Затем следуют два простейших репродуктивных упражнения: аксонометрия окружности и аксонометрия плоской фигуры. Выполняют построения в обеих прямоугольных аксонометриях.

Обучающимся доказывают, что поскольку однозначной моделью точки являются две её проекции, то любое третье изображение будет дополнительным или избыточным. Оно может быть построено по двум данным проекциям. И не важно, какую дополнительную проекцию строить в первую очередь: ортогональную или аксонометрию. Рассматривают различные приёмы построения третьей проекции. Дальше следует целая серия репродуктивных упражнений с геометрическими телами: многогранниками, прямым круговым цилиндром и прямым круговым конусом. Выполняют в трёх проекциях и аксонометрии целые и усечённые тела, тела с вырезом, со сквозными вертикальными либо горизонтальными отверстиями, комбинации геометрических тел. Попутно происходит знакомство с новыми понятиями: линейчатые поверхности и поверхности вращения геометрических тел, характерные точки фигуры сечения, очерковые образующие на каждой проекции и в аксонометрии. Весь этот материал подготавливает прочную базу для выполнения продуктивных упражнений по разделу «Проекционное черчение».

Покажем на конкретных примерах, как проведённая подготовка помогает в выполнении задания по проекционному черчению (продуктивного упражнения).

Пример 1. Репродуктивное упражнение. По двум заданным проекциям четырёхгранной призмы с вырезами построить её профильную проекцию и аксонометрию (рис. 1).

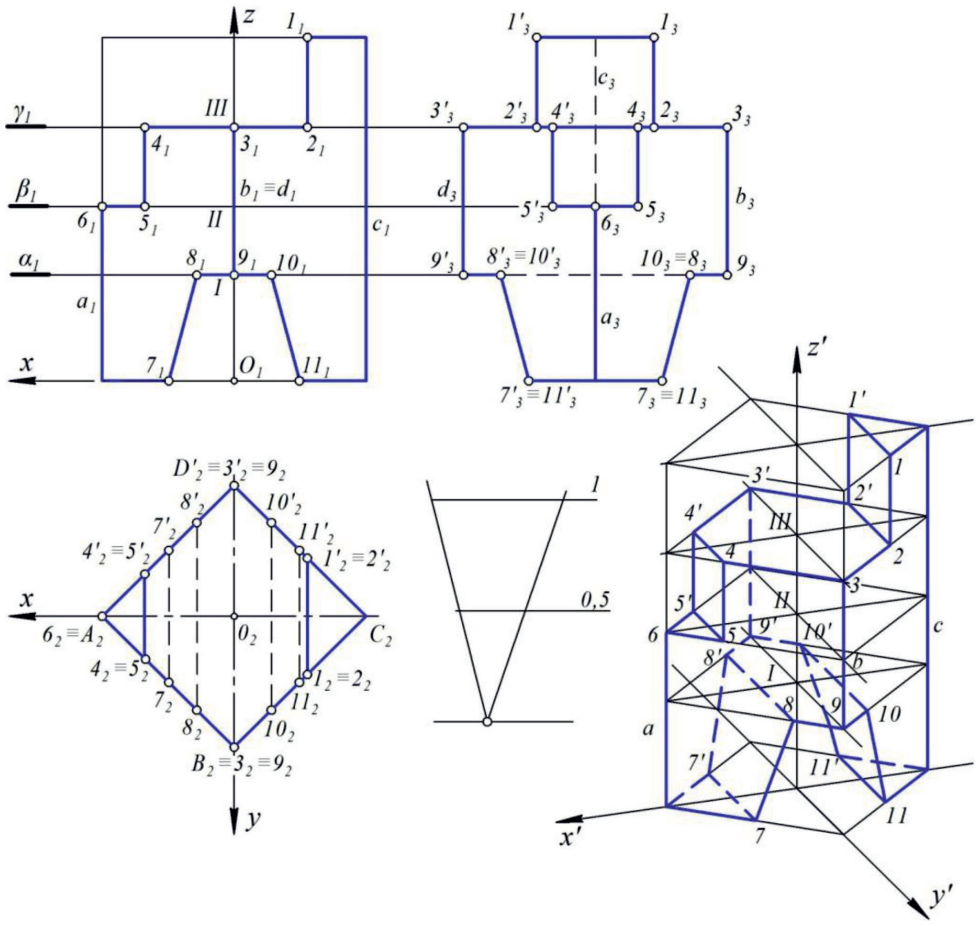


Рис. 1. Четырёхгранная призма с вырезами в ортогональных проекциях и аксонометрии

Призма имеет два выреза: верхний, выполненный двумя горизонтальными β, γ и двумя вертикальными плоскостями, и нижний, выполненный одной горизонтальной α и двумя наклонными плоскостями.

В прямоугольной диметрии сначала построили целую призму, затем сделали вырезы заданными плоскостями.

Пример 2. Продуктивное упражнение. Дан главный вид детали и вид слева (рис. 2). Построить её вид сверху и аксонометрию.

Здесь удобно обобщить форму детали до горизонтально расположенной четырёхгранной призмы, в основании которой лежит трапеция, а рёбра перпендикулярны профильной плоскости. Затем построить её аксонометрию и вырезать всё лишнее до заданной формы. В первом случае геометрическое тело было задано, во втором – обучающийся создаёт его сам.

При работе с крупной деталью рекомендуется, наоборот, разделить её на простейшие геометрические тела, как показано на рис. 3. Затем и в аксонометрии, и в ортогональных проекциях работать поочерёдно с каждым из них. Ранее было выполнено достаточно упражнений с геометрическими телами. Поэтому работа над таким заданием не вызовет особых затруднений.

При выполнении упражнений следует обращать внимание на рациональность решения. Так, вычерчивая плоскую фигуру, необходимо предварительно проанализировать её структуру, и разобрать, какие элементы могут быть построены сразу по заданному условию, а для каких требуются вспомогательные построения. Решение следует выполнять по составленному плану. Перед перечерчиванием заданных проекций детали необходимо проанализировать её на симметричность и решить вопрос об обозначении разреза и его совмещении с видом. Не следует перечерчивать сразу целиком заданное условие, помня, что в случае совмещения вида с разрезом на виде невидимый контур не показывают. Разделение детали на простейшие геометрические тела поможет не только в построении её ортогональных проекций и аксонометрии, но и в группировке размеров, которую необходимо выполнить самостоятельно. Проведение анализа будет способствовать развитию логики мышления. Такая подготовка позволит слушателям не только успешно пройти творческий конкурс, но и, поступив в университет, не менее успешно заниматься начертательной геометрией и архитектурным проектированием.

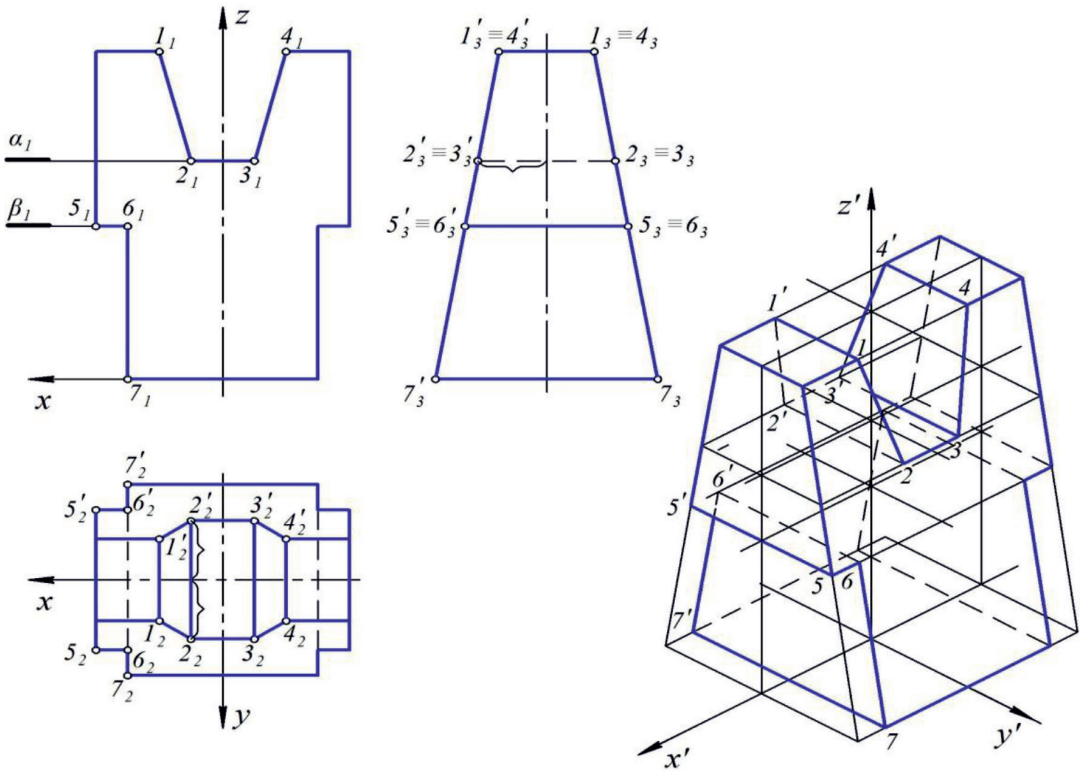


Рис. 2. Деталь в ортогональных проекциях и аксонометрии

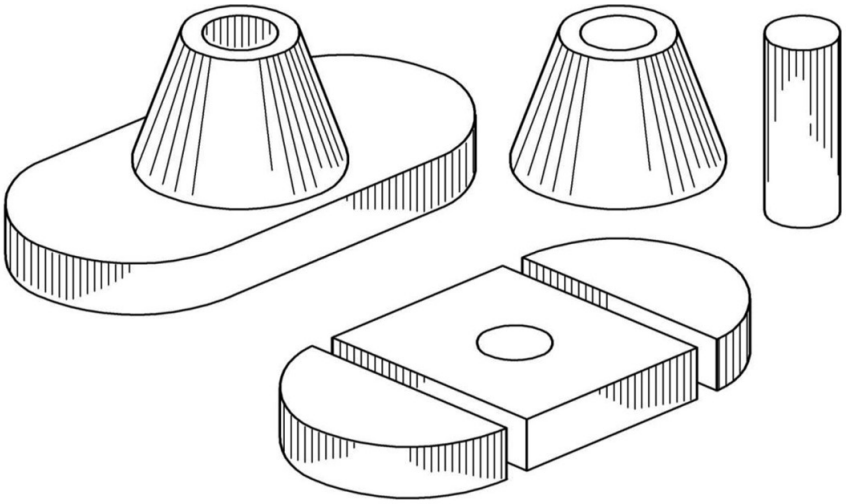


Рис. 3. Деталь и составляющие её геометрические тела

В СФУ параллельно с Малой архитектурной академией работает ещё одна структура дополнительного образования – подготовительные курсы продолжительностью от трёх до семи месяцев. Эти два подразделения имеют разные статусы и решают разные задачи. Задачей подготовительных курсов, вследствие их кратковременности, является подготовка обучающихся к вступительным конкурсам. Поэтому процесс обучения сводится к «натаскиванию» по выполнению конкурсных заданий. Обучение в МАА более продолжительное и построено на научной основе. Все положения поясняются только с доказательством. В основу обучения положен принцип: «Не проводить ни одной линии, не понимая её предназначения». Академия решает задачу подготовки не только к вступительным конкурсам, но и к обучению в университете.

В заключение проанализируем результаты деятельности академии. Академия функционирует уже более 10-ти лет. За это время через неё прошли более 500 чел. Из них 15% смогли убедиться в том, что их выбор был ошибочным. Остальные укрепились в желании связать свою жизнь с архитектурой. Они очень ответственно и добросовестно относились к учёбе в МАА. Получили сертификат об успешном её окончании. Не менее успешно прошли конкурсное испытание, набрав от 75 до 100 баллов (работы оцениваются по 100-балльной системе). Около 77% выпускников МАА поступают в ИАиД. Остальные либо уезжают в другие города, либо поступают в другой институт, либо не проходят по конкурсу из-за низкого балла по школьному ЕГЭ. Выпускники МАА активно включаются в учебный процесс. Без особых затруднений овладевают начертательной геометрией. Все задания выполняют аккуратно и вовремя. Более 76% студентов обучаются по начертательной геометрии и архитектурному проектированию на 4–5. Посещают факультативные занятия по подготовке к олимпиаде. Ежегодно команда ИАиД занимает призовые места на региональных олимпиадах по начертательной геометрии и инженерной графике. Студенты охотно занимаются реферативной работой. Причём сами предлагают темы. Иногда эти темы носят исследовательский характер, когда, например, требуется сравнить разные методы решения одной и той же задачи. Они выступают с докладами на студенческих конференциях. Успешно оканчивают бакалавриат и поступают в магистратуру, некоторые затем и в аспирантуру.

Выводы

Проведённый анализ показывает, что дополнительное образование – это не так и плохо. Дети сейчас имеют много возможностей для получения интересующей их информации. Заниматься чем-либо под давлением заставить их сложно. Возможно, этим и обусловлен тот необходимый минимум изучаемых в школе предметов. Поэтому и узаконили дополнительное образование. Как показал опыт, дети, осознавшие необходимость знаний по какой-либо дисциплине, успешно занимаются в структуре дополнительного образования. Это даёт возможность вузам подготовить для себя грамотных абитуриентов, адаптированных к вузовской системе обучения.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об образовании в Российской Федерации» Дата подписания: 29.12.2012. Дата публикации: 31.12.2012. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 08.02.2019).

2. Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168200/ (дата обращения: 08.02.2019).

3. Салихова И.А. Архитектурно-художественное направление в муниципальной системе предпрофильной подготовки школьников // Психология, социология и педагогика. 2017. № 5 [Электронный ресурс]. URL: http://psychology.snauka.ru/2017/05/8173 (дата обращения: 08.02.2019).

4. Кузьминова Л.А. Программа по дополнительному образованию «юный архитектор». Модифицированная программа «Основы чертежной графики» 17.11.2015. Столичный учебный центр г. Москва 2015 год. [Электронный ресурс]. URL: https://infourok.ru/programma-po-dopolnitelnomu-obrazovaniyu-yuniy-arhitektor-modificirovannaya-programma-osnovi-chertezhnoy-grafiki-641642.html (дата обращения: 08.02.2019).

5. Арапов А.В. Дополнительная образовательная программа объединения «Черчение – язык техники». СП ГБОУ СОШ № 1 «ОЦ» ж.-д. ст. Шентала Самарской области. 14.12.2016. [Электронный ресурс]. URL: https://portalpedagoga.ru/publikacii (дата обращения: 08.02.2019).

УДК 378:372.881.1

СПОСОБЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КУРСАНТОВ РАКЕТНЫХ ВОЙСК СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Фридерикс А.В.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, e-mail: frideriksaleksandr@mail.ru

Данная статья посвящена изучению проблемы формирования познавательной активности и рассмотрению ее с разных аспектов, выделение важности создания необходимых условий для познавательной активности курсантов РВСН. В данном исследовании осуществлён анализ познавательных процессов и способов достижения положительного результата формирования познавательной активности, а также перспективные направления дальнейшего практического изучения данного вопроса. Дана характеристика способов развития познавательной активности курсантов в процессе обучения иностранному языку. Также освещено такое понятие, как познавательный процесс, приведены примеры и подробно даны описания основополагающих дидактических систем выдающихся педагогов-философов. Сформулированы основные требования, предъявляемые к преподавателю для организации учебного процесса, а также для проведения практических занятий по иностранному языку. Дана характеристика самостоятельной работы, выделены её цели, виды и преимущества. Определены структура и наиболее используемые методы познавательной активности при построении иноязычной речевой деятельности курсантов. В ходе данного теоретического исследования сделаны выводы о необходимости системного подхода к выбору образовательных технологий, обеспечивающих активную самостоятельную деятельность курсантов, необходимости мотивирования курсантов, к различным видам работ. Подготовлена информационная база, почва для создания практического подхода к вопросу формирования познавательной активности и последующего описания и анализа выработанных способов преподавания.

Ключевые слова: компетенция, военный специалист, профессиональная лексика, дидактическая система, познавательный процесс, самостоятельная работа, речевая деятельность

METHODS OF DEVELOPMENT OF CADET'S INFORMATIVE ACTIVITY OF THE STRATEGIC MISSILE TROOPS WHEN TRAINING IN THE FOREIGN LANGUAGE

Frideriks A.V.

Tsiolkovsky Kaluga State University, Kaluga, e-mail: frideriksaleksandr@mail.ru

This article is devoted to studying of a problem of formation of informative activity and its consideration from different aspects, allocation of importance of creation of necessary conditions for informative activity of cadets of RVSN. In this research the analysis of informative processes and ways of achievement of positive result of formation of informative activity and also the perspective directions of further practical studying of the matter is carried out. Characteristic of ways of development of informative activity of cadets in the course of training in a foreign language is given. Such concept as informative process is also lit, examples are given and descriptions of fundamental didactic systems of outstanding teachers-philosophers are in detail given. The main requirements imposed to the teacher for the organization of educational process and also for carrying out a practical training on a foreign language are formulated. Characteristic of independent work is given, the purposes, types and advantages are allocated it. The structure and the most used methods of informative activity at creation of foreign-language speech activity of cadets are defined. During this theoretical research conclusions are drawn on need of system approach to the choice of the educational technologies providing vigorous independent activity of cadets, need of motivation of cadets to different types of works. Information base, the way is paved for creation of practical approach to a question of formation of informative activity and the subsequent description and the analysis of the developed ways of teaching.

Keywords: competence, military expert, professional vocabulary, didactic system, educational process, independent work, speech activity

В наши дни процесс профессиональной подготовки специалистов в военных учебных заведениях всё больше сводится к необходимости формирования у курсантов способности и потребности постоянного развития себя как личности. Поэтому познавательная активность – это залог успешного образовательного процесса на пути к получению определенных знаний и саморазвитию сегодняшних студентов как будущих востребованных специалистов. Познавательную активность в процессе изучения иностранного языка можно рассматривать как неотъемлемую часть подготовки современного высококвалифицированного военного специалиста любого профиля, в том числе и курсантов ракетных войск стратегического назначения (далее РВСН), которые будут конкурентоспособно выглядеть на мировом уровне, а также чувствовать себя уверенно и свободно, обладая общекультурными ценностями и навыками.

Образовательная стратегия направлена на профессиональную подготовку высокоинтеллектуально развитых, идейно убежденных, психологически и морально устойчивых офицерских кадров, которые способны не только эффективно, но и творчески выполнять задачи, которые на них возлагаются, грамотно и четко принимать решения в сложившихся нестандартных ситуациях, постоянно совершенствовать свои компетенции [1].

Целями данного исследования являются: изучение проблемы формирования познавательной активности и разными аспектами ее освещения, выделение важности создания необходимых условий для познавательной активности курсантов РВСН. Данные цели обусловлены необходимостью последующего проведения практических мероприятий, направленных на формирование способов побуждения курсантов к познанию и задание собственного курса педагогической деятельности и применения полученных в ходе исследования результатов в области обучения.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании осуществлён анализ познавательных процессов и способов достижения положительного результата формирования познавательной активности, а также перспективные направления дальнейшего практического изучения данного вопроса. Решение поставленных целей происходит с помощью анализа учебно-методических трудов по педагогике и лингвистике за последнее десятилетие. Основным методом работы являлся теоретический анализ публикаций по теме исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Познавательный процесс является результатом функционирования всех элементов дидактической системы. Для того, чтобы правильно понимать, о чем идет речь, нужно для начала рассмотреть такие понятия, как дидактическая система и познавательный процесс в целом. Под дидактической системой принято понимать определенную структуру, в которой осуществляется образование и у которой существуют свои собственные критерии, четко выраженные позиции и взгляды на самообразование. Принято выделять три основополагающие, но отличающиеся друг от друга системы:

1) система немецкого философа и педагога И. Гербарта;

2) система американского философа, психолога и педагога Д. Дьюи;

3) система американского психолога и педагога Д. Бруннера.

Система Гербарта основана на теории этики и психологии, где основная цель – это создание личности с собственной силой воли, которая имеет свою идеологию и нравственность. При этом основными идеями, которые существуют в этой системе, являются: идея совершенства, идея доброжелательности, идея внутренней свободы, идея справедливости, идея права. Из всех представленных идей при осуществлении образовательного процесса в военном вузе больше всего подходят идеи права и справедливости. Но минус данной системы в целом заключается в том, что отсутствует взаимосвязь самого обучения и воспитания. Согласно этой системе задачами являются интеллектуальное и физическое развитие личности, а также приучение к порядку. Причем учащиеся должны лишь пассивно воспринимать и усваивать предлагаемый материал. В условиях военного образования применимость данной системы должна быть минимальна, так как его задача – научить будущего офицера быстро реагировать на меняющуюся ситуацию и самостоятельно принимать правильное решение, но не отходя далеко от идей справедливости и права.

Второй системой, которую следует рассмотреть, является система Дьюи. В данной системе главная роль в процессе обучения отводится самим обучающимся, причем эффективность обучения пропорционально зависит от того, насколько активны сами учащиеся в своей познавательной и деятельной активности. Согласно данной системе роль преподавателя второстепенна и он в процессе обучения играет роль помощника и наставника. Такие методы обучения, как вербальные, отсутствуют в данной системе. В системе Дьюи учащиеся сами приобретают необходимый опыт, знания, умения и навыки, так называемые ЗУН, стараются самостоятельно решать возникающие проблемы, трудности, прийти к определенному решению в тех ситуациях, которые преподаватель искусственно им создает, согласно учебному плану. Естественно, что данные ситуации должны быть ориентированы на возраст, подготовку и личностные качества каждого участника процесса обучения в системе Дьюи. Учащиеся должны пройти несколько этапов на пути решения проблем: определение проблемы, поиск необходимого решения, само решение проблемы и, в конечном итоге, анализ полученных результатов. Из вышесказанного можно сделать вывод, что данная система основана на практической деятельности учащихся,

а использование теоретической деятельности минимально. Согласно этой системе нет четко сформулированного учебного плана и преподаватель самостоятельно может изменять учебный план в зависимости от ситуаций. Система Дьюи имеет демократичный характер и личностно-ориентированную направленность. Есть у этой системы и минусы, такие как нехватка теоретического материала, а также отсутствие необходимых научных знаний у самих учащихся, которые могут им помочь в решении различных проблем. Спроецируем данную систему на военное образование. В процессе обучения у преподавателя есть четко поставленный и сформулированный учебный план, которому он, преподаватель, должен строго следовать. Что касаемо теоретического материала, то в век сверхбыстрого развития компьютеров и интернета в целом, проблем с поиском необходимой информации быть не может. Это касается как дополнительных текстов и электронных книг, так и различных аудиозаписей и видеоматериалов. Поэтому систему Дьюи можно использовать в процессе обучения, так как, в отличие от системы Гербарта, она позволяет развиваться учащемуся самостоятельно. Главное, что обязан делать педагог, – это четко следовать учебному плану, моделировать определенные ситуации и проблемы, которые обучаемые должны решать, по большей мере самостоятельно, и постоянно контролировать действия учащихся. Всё это, а также обеспеченность теоретическим материалом должно улучшить сам процесс обучения.

Но применение основ этих двух систем было бы неполным без той дидактической системы, которую сформулировал и предложил Д. Бруннер. Его система является прогрессивной в современной дидактике и направлена на то, что учащиеся приобретают знания, умения и навыки путем совершения собственных открытий, при этом имея на вооружении определенную базу научных знаний. Неоспоримым плюсом данной системы является то, что, используя данный способ обучения, учащиеся могут активно мыслить, проводить эксперименты, рассуждать, делать определенные заключения, а также подводить результаты своей деятельности. При этом, естественно, формируются необходимые знания, умения и навыки.

Следовательно, в процессе обучения нужно грамотно применять все эти три системы, при этом основываясь на некоторых положениях современной дидактики. Они характеризуются следующим образом: методологическая основа (сочетание теории и практики); системно-структурный подход (обеспечивает взаимосвязь всех научных знаний); сочетание управляющей роли преподавателя с познавательной активностью самих учащихся. Все это ведет к повышению результатов обучения, успеваемости, а также положительно влияет на эмоциональную составляющую самих учащихся.

Рассмотрев дидактические системы, нужно дать характеристику познавательному процессу. Познавательный процесс – это психический процесс, который способствует получению, хранению, а также воспроизведению определенного количества информации и различного рода знаний из окружающей среды. Начальные формы познавательных процессов присутствуют у человека с момента его рождения, но их формирование и развитие происходит в процессе взросления личности. К познавательным процессам можно отнести различного рода способности человека, его талант, уровень развития и др. Поэтому, от того насколько успешным будет образование конкретного человека и его способности к развитию и саморазвитию, от того и будут зависеть познавательные процессы.

Теперь, имея представление о познавательных процессах, основных дидактических системах, можно смело заявить о том, что важность и насущность изучения вопроса развития познавательной активности курсантов и возможность его решения не должна подвергаться сомнению. Причем эта познавательная активность будет развиваться ещё более эффективно при изучении иностранных языков, так как будет направлена на взаимодействие и различные отношения с представителями других культур. При этом постоянно увеличивающиеся межнациональные и международные контакты являются одной из отличительных черт современного общества, достаточно развитого с информационной точки зрения, «которое не может рассматриваться изолированно от быстро развивающегося информационного пространства» [2] и, способствующего изменению представления о подготовке будущих военных кадров.

В современном мире познавательную активность можно характеризовать, как исходное качество деятельности учащихся, в данном случае курсантов, которое определяется причинами познания, различными побуждающими мотивами, интересами и потребностями, а также выражается в отношении к другим людям, к их жизни, проблемам и др. Познавательная активность может помочь изменить окружающую обстановку к лучшему. Из трудов таких психологов, как Б.Г. Ананьев, Л.П. Аристова, Н.А. Менчинская, Т.И. Шамова и др., мож-

но выяснить, что в таком рассматриваемом явлении, как познавательная активность, существует не только старание личного характера, а также демонстрирование достаточных усилий воли для продуктивного постижения необходимой информации. Положено считать, что продвижение в становлении познавательной активности предполагает формирование и совершенствование познавательной деятельности, которая направлена на исследование и отбор различных интересующих знаний, заключённых в ситуациях, обстоятельствах, вещах, мыслях и так далее. Что касается проблем активизации учебно-познавательной деятельности при обучении иностранному языку, то данным вопросом занимались такие заслуженные деятели науки, как И.А. Зимняя, А.А. Леонтьев, Г.А. Китайгородская, Е.И. Пассов и другие.

Опираясь на основные моменты теории речевой деятельности, исходным положением и ресурсом активности в постижении иноязычной речевой деятельности являются различные потребности и тяготение к познанию, увлеченность предметом познания и здоровое любопытство, факторы побуждения и мотивация. Данный процесс, естественно, вплотную переплетается с будущей профессией, военно-ориентированной службой курсантов. Познавательная активность будущих офицеров на занятиях по иностранному языку проявляется при развитии разговорных навыков при чтении профессионально направленных текстов, а также в процессе речи в различных ситуациях профессионально – ориентированного общения и налаживании продуктивного диалога с преподавателем или другими курсантами.

Понимание сути и перевод контекста профессионально-ориентированных документов, переработка текстовых материалов военным специалистом в процессе познавательного чтения – это вектор на поиск верного ответа на практические задачи, которые, могут содержать в себе проблему, требующую детального проникновения и осмысления. Последующая оценка содержания такого текста, если необходима дальнейшая подготовка к изречению в виде монолога, выступления или устного рассуждения, переходит в его интерпретацию в соответствии с нюансами будущего общения.

Продуктивное формирование познавательной активности курсантов можно основывать на методе конкретных ситуаций, которые запускают способности в информационной деятельности. Такой метод должен содержать разработанные материалы для обучения, а также технику их использования в ходе обучения. Моделирование в рамках занятий специальной ситуационной картины совершается намеренно, потом происходит её коррекция для достижения определенных установок и целей процесса. Кроме того, предложенная картина событий требует соблюдать согласованность с общей направленностью курса занятий, в пределах которого эта ситуация моделируется.

Важной составляющей такого подхода должно быть то, что при многовариантности ситуаций процесс упражнения с ними должен способствовать оттачиванию навыков анализа у курсантов предоставленной информации, вникать и выявлять причинно-следственные связи, уметь найти основные проблемные моменты, а также правильно преподносить и употреблять выделенную необходимую информацию на обсуждение. При этом языковыми средствами фиксирования каждой извлечённой информационной единицы могут быть цепочки ключевых слов, ключевые слова-темы, цепочки словосочетаний, ключевые лексические единицы и символы [3]. С точки зрения методистов важен именно процесс обсуждения, а не принятия решения, так как в обсуждении происходит актуализация средств и способов выражения мысли курсантов [4].

Также, в процессе осуществления познавательной активности курсантов можно выделить следующие методы: 1) метод проектов (показал свою эффективность для развития познавательной активности). Данный метод направлен на использование различного спектра проблемных, поисковых задач исследовательского характера, которые являются четко ориентированными на реальный и достижимый практический результат [5]; 2) метод моделирования ситуаций. Данный метод также активизирует аудиторную познавательную активность, способствуя проявлению интереса у курсантов в процессе построения их профессионального общения.

Обращая внимание на порядок работы в ходе обучающей деятельности, можно опираться на положение о том, что основной способ и орудие в становлении познавательной активности – это самостоятельная работа курсантов. Самостоятельная учебная работа – вид учебной деятельности, в котором предполагается определенный уровень самостоятельности обучающихся, который должен быть задействован во всех ее структурных компонентах, начиная от постановки проблемы до осуществления контроля, самоконтроля и коррекции, с переходом от выполнения простейших видов работы к более сложным, носящим характер поисковой деятельности. Целями самостоятельной работы являются:

1) четкое и, главное, качественное усвоение материала учебной программы;

2) выработка умений и навыков;

3) формирование познавательных способностей, а также развитие интереса учащихся к тем материалам, которые представлены учебной программой;

4) формирование готовности к самообразованию.

Также самостоятельная работа имеет свои преимущества. К ним можно отнести:

– стремление самих учащихся к действиям в процессе обучения;

– проявление активности и интереса;

– принятие участия в процессе ведения занятия.

Что касается преподавателя, то можно выделить следующие положительные стороны самостоятельной работы:

– процесс обучения становится более увлекательным;

– есть возможность осуществления индивидуального подхода;

– появляется возможность для решения различных задач воспитательного и образовательного характера;

– позволяет идти от простого к сложному, т.е., начав изучать простые правила и положения, постепенно переходить к всё более и более сложным.

Также можно выделить некоторые виды самостоятельной работы, которые применяются в военном образовании. К ним относятся: аудиторная (занятия проводятся в строгом соответствии с учебным планом и по определённым учебным пособиям); внеаудиторная (самостоятельное изучение дополнительного материала, участие в олимпиадах и конкурсах, самоподготовка к лекциям и практическим занятиям, подготовка к контрольным работам, зачётам и экзаменам). Причём эти виды самостоятельной работы должны быть связаны с такими мотивами, как потребность в знаниях, положительное отношение к самому процессу обучения, профессиональные установки, удовлетворение от познания.

Заключение

При осуществлении самостоятельной деятельности главная побуждающая роль отведена мотивированию учащихся, в нашем случае курсантов, к различным видам работ. При этом нужно отметить, что в реалиях современного мира важно наличие достаточной иноязычной самостоятельности, являющейся в настоящее время «критерием для определения такого понятия, как профессионализм» военнослужащего [6].

Именно в процессе формирования данной иноязычной самостоятельности будущий военный специалист может приобрести профессиональные умения и навыки, которые ему будут необходимы для осуществления как самостоятельной и учебной, так и профессиональной деятельности, независимо от условий ее осуществления; личностно значимые качества, которые также в полной мере должны являться «необходимым условием развития его потенциальных возможностей» [6].

В ходе данного теоретического исследования можно сделать вывод, что для решения такой сложной задачи, как повышение уровня и ценности познавательной активности в учебном процессе, необходим системный подход и создание благоприятных условий для её обеспечения. Этот процесс для будущего офицера складывается из нескольких основных факторов, которые побуждают к активному действию, а именно: потребность постоянного саморазвития в современном конкурентном мире, постановка и понимание целей, направления и методов достижения необходимого результата. При этом важная задача преподавателя – подобрать современные технологии образовательного процесса, удовлетворяющие принципу преподаватель – курсант, направленные на мотивацию самостоятельной деятельности. Немаловажной при этом является подготовка курсантов в области самоанализа и оценки достижений своей работы, кроме того, нельзя забывать о конкретных целях и задачах учебной подготовки и следовать им. Результатом данной работы является подготовленная информационная база, почва для создания практического подхода к вопросу формирования познавательной активности и последующего описания и анализа выработанных способов преподавания.

Список литературы

1. Военная дидактика: учебник. 2-е изд., переработ. / Под общей ред. В.Г. Михайловского. М.: ИД «Куприянова», 2010. 459 с.

2. Безукладников К.Э., Крузе Б.А. Лингвоинформационный подход к высшему иноязычному образованию: методика формирования лингводидактических компетенций. М.: LennexCorp, 2013. 216 с.

3. Шпак Н.Е. Методика обучения пониманию, извлечению и использованию информации из иноязычных источников в монологическом высказывании будущего провизора: дис. ... канд. пед. наук. Пермь, 2009. 62 с.

4. Дубровина Г.А. Технология применения кейс-анализа в процессе обучения иностранному языку. М.: Вестн. МЛГУ. 2010. Вып. 591. 84 с.

5. Томилова В.М., Шпак Н.Е. О способах развития познавательной активности будущих специалистов при обучении иностранным языкам // Сибирский педагогический журнал. 2011. № 5. С. 83–89.

6. Павлюкевич Л.В. Лингвометодическая самостоятельность будущего учителя иностранного языка // Педагогическое образование и наука. 2011. № 6. С. 89–92.

УДК 372.881.1:378

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЛАТИНСКОМУ ЯЗЫКУ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Яворская О.А., Огородникова Э.Ю., Шубина А.Ю.

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Владивсосток, e-mail:oxyred@yandex.ru

В данной работе рассматривается влияние инновационных технологий визуализации на повышение мотивации к самообразованию, саморазвитию и самосовершенствованию обучающихся медицинского вуза при изучении латинского языка. Приведены требования Федерального государственного образовательного стандарта к подготовке будущего специалиста. Рассмотрена одна из основных задач изучения медицинской терминологии на латинском языке, а именно овладение культурой мышления и способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Статья раскрывает понятия «инновация» и «технология». Приводятся различные мнения использования инновационных технологий визуализации в обучении. Основное внимание акцентируется на примерах применения инновационных технологий визуализации на занятиях по дисциплине «Латинский язык» в процессе изучения раздела «Фармацевтическая терминология». Приводятся результаты контроля успешности реализации инновационных технологий визуализации, которые были выявлены путем анкетирования обучающихся с использованием маркировочной таблицы «Знаю, узнал, хочу узнать». В заключение представлены и обоснованы следующие выводы: использование инновационных технологий визуализации способствует формированию и развитию общепрофессиональной компетенции у обучающихся медицинского вуза, а также развитию навыков научно-исследовательской работы, и умению и навыкам работы с информацией.

Ключевые слова: инновационные технологии, визуализация, медицинская терминология, фармацевтическая терминология, лекарственные средства

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF VISUALISATION WHILE TEACHING LATIN LANGUAGE IN MEDICAL UNIVERSITY

Yavosrkaya O.A., Ogorodnikova E.Yu., Shubina A.Yu.

Pacific State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation, Vladivostok, e-mail: emmalingvo@yandex.ru

The impact of innovative technologies of visualization on increasing the motivation for self-education, self-development and self-improvement of medical university students during the study of Latin language is considered in this article. The requirements of the Federal state educational standard for the training of future specialists are given. One of the main tasks of studying medical terminology in Latin is considered, namely, mastering the culture of thinking and the ability to generalize, analyze, perceive information, set a goal and choose ways to achieve it. The article reveals the concepts of «innovation» and «technology». Various opinions on the use of innovative technologies of visualization in teaching are given. The main attention is focused on the examples of application of innovative technologies of visualization in the classroom on the discipline «Latin language» in the study section «Pharmaceutical terminology». The control of implementation success of innovative technologies of visualization which were revealed by students' questioning with use of the constructive table «I know, I learned, I want to learn» are resulted. In conclusion, the following deductions are presented and substantiated: the use of innovative technologies of visualization contributes to the formation and development of General professional competence of medical students, as well as the development of research skills and the ability and skills to work with information.

Keywords: innovative technologies, visualization, medical terminology, pharmaceutical terminology, medical agents

В настоящее время социальный заказ предъявляет новые требования к выпускникам высшей школы. В обществе востребованы специалисты, стремящиеся к самообразованию, саморазвитию и самосовершенствованию в области своей профессиональной деятельности.

Федеральный государственный образовательный стандарт требует подготовки специалиста, обладающего такими качествами, как самостоятельность, ответственность, инициатива, сотрудничество, умение учиться, логически мыслить, отбирать и использовать информацию. Выпускник, освоивший программу медицинского вуза, должен обладать такими общепрофессиональными компетенциями, как:

– готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности,

– готовность к применению лекарственных препаратов и иных веществ и их комбинаций при решении профессиональных задач.

Формированию этих общепрофессиональных компетенций способствует изучение дисциплины «Латинский язык». Изучение латинского языка давно стало одним из обязательных компонентов гуманитарного и медицинского образования.

Целью профессионально ориентированного обучения латинскому языку в медицинском вузе является формирование основ

информационно-коммуникативной деятельности, направленной на использование латинского языка, во-первых, как средства получения профессионально значимой информации и, во-вторых, как средства профессиональной коммуникации.

Латинская медицинская терминология – одна из самых сложных терминологических систем и одним из основных источников получения, накопления и хранения специальной информации, а также основой освоения специальности. Основными мотивациями для изучения латинской медицинской терминологии являются, во-первых: формирование всесторонне развитой социально активной личности, специалиста медицинского профиля и, во-вторых: использование специалистом языка в своей профессиональной деятельности.

В результате изучения латинской медицинской терминологии, обучающиеся должны знать элементы латинской грамматики и способы словообразования, уметь правильно читать и писать на латинском языке медицинские термины; объяснять значения терминов по знакомым терминоэлементам; оформлять рецепты по заданному нормативному образцу, а также владеть полученными знаниями для качественного выполнения профессиональных задач.

Дефекты и ошибки лекарственной терапии относятся к распространенным и серьезным проблемам практического здравоохранения, а нежелательные лекарственные события стоят на втором месте [1, с. 13].

Поскольку отличительная особенность Федерального государственного образовательного стандарта последнего поколения – ориентация на рынок труда и учет международных тенденций развития образования, необходимым условием для повышения качества образования является применение инновационных технологий визуализации при обучении латинскому языку в медицинском вузе.

Именно поэтому в процессе подготовки будущих специалистов при изучении латинской медицинской терминологии особое внимание уделяется данным технологиям, развивающим и активизирующим познавательную деятельность обучающихся во все более «визуализирующемся» мире.

Цель работы: определение роли инновационных технологий визуализации в развитии общепрофессиональных компетенций при изучении фармацевтической терминологии.

Материалы и методы исследования: анализ научной и методической литературы, нормативных документов, программ вузовской документации.

Апробация инновационных технологий визуализации проводилась в ходе образовательного процесса с последующим анкетированием обучающихся первых курсов лечебного факультета Тихоокеанского государственного медицинского университета.

Результаты исследования и их обсуждение

Для реализации инновационных технологий необходимо провести анализ понятий «инновация» и «технология» с целью определения их эффективности в учебном процессе по латинскому языку [1, с. 317]. Английский термин «innovation» – нововведение происходит от латинского глагола «innovare» – возобновлять, изменять. Понятие технология происходит от греческого «techne» – искусство, мастерство и «logos» – мысль, наука. В современном контексте технология – совокупность процессов, направленных на достижение лучшего результата.

С.А. Хахалова, Ю.В. Виноградова указывают, что компетентностный подход при овладении латинской медицинской терминологией предполагает использование не только активных, но и интерактивных, инновационных технологий [2, с. 137]. Подобного мнения придерживается М.Н. Исраилова, отмечая низкую мотивацию традиционных технологий. К инновационным технологиям авторы относят телекоммуникационные, информационные технологии, позволяющие представлять индивидуализировать учебный процесс, представляя учебный материал в графическом виде [2, 3].

Т.М. Попова, Е.Н. Поддубных [4, с. 58], основываясь на педагогической концепции визуальной грамотности, отмечают перспективность визуализации в личностном развитии обучающихся в рамках учебного процесса.

Л.М. Ильязова и Ю.А. Маркова [5, с. 15] в своем исследовании отмечают преимущества скрайбинга как средства визуальной фасилитации при обучении. Интерактивность данного подхода, по мнению авторов, помогает индивидуализировать и оптимизировать освоение практических навыков.

Одной из основных задач изучения медицинской терминологии является овладение культурой мышления и способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Именно поэтому важна специальная визуальная графическая обработка для представления и обработки информации обучающимися.

Остановимся подробнее на одном из самых важных разделов курса латинского

языка – «Фармацевтической терминологии». Фармацевтическая терминология – это комплекс ряда специальных дисциплин, которые изучают изыскание, производство, применение лекарственных средств растительного, минерального, животного и синтетического происхождения (от греч. pharmakeia – создание и применение лекарств) [6, с. 257].

В данном разделе обучающиеся получали возможность знакомиться с терминами и терминоэлементами, входящими в структуру названий лекарственных растений, сырья и препаратов, правилами оформления рецепта, а также с латинскими наименованиями химических элементов и их соединений. Знание принципов формирования и способов словообразования, применяемых в номенклатуре лекарственных средств, необходимо для восприятия заключенной в них фармацевтической и фармакотерапевтической информации для решения задач профессиональной деятельности.

При изучении каждой темы раздела «Фармацевтическая терминология» нами реализовывались различные средства визуализации: диаграмма фишбоун, инфографика, интеллект-карты, корзина терминов, диаграмма Венна, кластер, древо.

Посредством данных средств визуализации обучающиеся разрабатывали и защищали творческие мультимедийные продукты по темам раздела.

Фармацевтическая терминология оперирует главным образом греческими и латинскими словами и их частями, из которых искусственно составляются новые термины и названия. Подобная структурированность раздела и является благодатной средой для создания визуальных образов сжатого представления информации. Ведь названия лекарственных средств, как правило, образуются с помощью частотных латинских и греческих морфем, а значение терминоэлементов обычно позволяет по одному наименованию лекарственного средства получать сведения о принципе его действия, химическом составе, основных компонентах. Благодаря этому можно не заучивать большое число разных наименований, но, анализируя известные частотные отрезки, получать необходимую информацию о лекарственном препарате [7, с. 14].

Фармацевтическая информация в наименованиях лекарственных средств представляет собой первичный блок данных, вводимый на первом этапе освоения номенклатуры лекарственных средств. По названию лекарственного средства можно определить принадлежность последнего к той или иной фармакологической группе, судить о его фармакологическом действии, а также грамотно записывать название лекарств на латинском языке. Подобная принадлежность передается при помощи «частотных отрезков» – структурных компонентов фармацевтического термина, имеющих фиксированное написание и значение. Главное свойство частотных отрезков – регулярность употребления и закрепленный за каждым из них узкоспециальный смысл. Частотные отрезки или «общие основы» указывают на фармакологическое действие, химическую структуру или источник получения.

В целях понимания концепции данного процесса, обучающиеся формировали знания по структуре наименований лекарственных средств посредством составления ментальных карт, диаграмм Венна, кластеров, древа фармакотерапевтических групп частотных отрезков. В последующем, для получения полного объема фармацевтической информации о выбранном лекарственном средстве им необходимо будет обращаться к профессиональным источникам информации: справочникам лекарственных средств, аннотациям или инструкциям по применению, каталогам фирм-производителей [8, с. 121].

По классификации М.Н. Нечай частотные отрезки подразделяются на следующие группы:

1) указывающие на природное происхождение лекарственного средства;

2) указывающие на химическое происхождение лекарственного средства;

3) указывающие на направленное действие, приводящее к удалению причины заболевания и устранению заболевания [9, с. 222].

Для овладения данной структурной парадигмой наименований лекарственных средств на латинском языке нами использовалась корзина терминов, которая помогала обучающимся понять и выделить основные составляющие латинских наименований лекарственных средств. Обучающимся давалось задание, когда одна группа выбирала названия лекарственных средств с частотными отрезками, указывающими на природное происхождение лекарственного средства; другая группа – с частотными отрезками, указывающими на химическое происхождение лекарственного средства; третья выбирала названия лекарственных средств с частотными отрезками, указывающими на направленное действие, приводящее к удалению причины заболевания и устранению заболевания. Затем происходил обмен информацией в группах с последующей презентацией трех различных «корзин терминов».

Чрезвычайно важными представляются умения применять грамматические знания

при выписывании рецепта. В фармацевтической терминологии изучаются грамматические категории глагола, причем в рецептуре используется форма повелительного и сослагательного наклонения. При изучении данной темы нами апробировалась диаграмма фишбоун для структурирования знаний и идентифицирования причинно-следственных связей параметров изменения глагола. А работа в мини-группах в графических редакторах позволила более глубоко изучить внутренние связи поставленной проблемы и представить ее визуализацию в учебной группе.

Необходимо отметить, что при изучении информации, содержащейся в наименовании лекарственного средства, возможно возникновение ложных представлений. При присвоении фармацевтических наименований составители названий не всегда учитывают, что части создаваемых ими слов совпадают с очень распространенными частотными отрезками, например: Zocor, Mevacor – не сердечные средства, а корректирующие липидный обмен, Cisrelax – не слабительное, а средство при бесконтрольном мочеиспускании, от cystos – мочевой пузырь и relaxatio – расслабление [8, с. 128].

Визуализация посредством статичной инфографики, после ознакомления с аннотацией к препарату, позволила обучающимся сопоставить языковую форму данного вида лекарственного средства с фармацевтической информацией.

Контроль успешности реализации технологии осуществлялся текущим мониторингом формирования общепрофессиональных компетенций. Для этого использовались различные формы: тесты, собеседования, мини-конференции, анкетирование обучающихся с использованием маркировочной таблицы «Знаю, узнал, хочу узнать». При опросе обучающихся о том, знали ли они до этого представленную информацию, выяснено, что 77% обучающихся ничего не знали, 23% знали значение многих основ с анатомической принадлежностью терминов. На вопрос, что узнали, 6% обучающихся ответили, что было интересно узнать историю образования латинских терминов, 24% – этимологию терминоэлементов, 18% – вклад современных и древних ученых в развитие медицинской терминологии, 52% узнали много нового и интересного. На вопрос, что бы хотели еще узнать 14% обучающихся ответили, что хотели бы больше изучить историю происхождения медицинских терминов, связанных с названиями внутренних органов, 68% хотели бы узнать больше новых медицинских терминов и 18% хотели бы более глубокого изучения медицинских терминов.

Заключение

«Обилие имеющихся и все возрастающее число новых лекарств и особенно их многочисленных названий, не только затрудняет их запоминание, но может приводить к неточностям в выборе необходимого лекарства и его замене в случае необходимости другим препаратом. Чтобы разбираться в джунглях лекарств и их названий, в настоящее время необходимы определенные усилия» (М.Д. Машковский, академик РАМН) [10, с. 10].

Таким образом, важна предварительная подготовка к восприятию информации лекарствоведческого, медико-биологического характера, связанной с лекарственными прописями, а следовательно, и вопросу изучения латинской медицинской терминологии должно уделяться особое внимание в процессе подготовки будущих специалистов.

Технологии визуализации при обучении латинскому языку – технологии активного, структурированного формирования компетенций, способствующие индивидуализации учебного процесса и положительно влияющие на всестороннее личностное и коммуникативное развитие.

В целом применение технологии визуализации при обучении латинскому языку способствует повышению эффективности подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности.

В заключение хотелось бы отметить, что обучение латинскому языку с использованием инновационных технологий визуализации не только вносит разнообразие в формы и методы работы на занятии, но и повышает мотивацию к самообразованию, саморазвитию и самосовершенствованию обучающихся, а также повышает познавательный интерес и моделирует реальные условия будущей профессиональной и научной деятельности. Использование инновационных технологий визуализации способствует формированию и развитию общепрофессиональной компетенции, умению читать и писать, лексико-грамматических навыков, навыков научно-исследовательской работы и умению и навыкам работы с информацией.

Список литературы

1. Нигматкулова М.Д., Клейменова Е.Б., Яшина Л.П., Сычев Д.А. Обеспечение преемственности лекарственной терапии с помощью стандартного операционного протокола // Тихоокеанский медицинский журнал. 2019. № 1. С. 13–17.

2. Павлюченок М.Б., Гаврилюк Л.Ю. Использование инновационных технологий в процессе обучения медицинской латыни // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. № 4 (2). С. 316–320.

3. Хахалова С.А., Виноградова Ю.В. Обзор методов обучения латинскому языку в медицинских вузах // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2017. № 6. С. 136–142.

4. Исраилова М.Н. Новые педтехнологии изучения латинского языка в медицинских вузах // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения: сборник материалов LIII Международной научно-практической конференции / Под ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2016. 156 с.

5. Попова Т.М., Поддубных Е.Н. Инновационные техники визуализации средствами информационно-коммуникационных технологий // Ученые заметки ТОГУ. 2014. Т. 5. № 3. С. 57–62.

6. Ильязова Л.М., Маркова Ю.А. Скрайбинг как современное средство обучения химии // Международный журнал экспериментального образования. 2018. № 10. С. 11–15.

7. Чернявский М.Н. Латинский язык и основы медицинской терминологии: учебник. М.: Медицина, 2004. 448 с.

8. Петрова Г.В. Латинская терминология в медицине: справ.-учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: Астраль: АСТ, 2009. 222 с.

9. Мусохранова М.Б. Пособие по латинскому языку для студентов стоматологического факультета: учеб. пособие / Омская гос. мед. акад., УМО по мед. и фамац. образованию вузов России. Омск: Изд-во ОмГМА, 2009. 389 с.

10. Нечай М.Н. Латинский язык для педиатрических факультетов: учебное пособие. 4-е изд., стер. М.: КНОРУС, 2016. 352 с.

11. Чернявский М.Н. Латинский язык и основы фармацевтической терминологии: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2007. 448 с.